

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Sistem

Sebelum melakukan perbandingan sinyal suara jantung dibutuhkan perangkat lunak yang dapat menunjang penelitian. Perangkat keras dan lunak yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras.

Perangkat Keras	Spesifikasi
Processor	Intel Core i3
Memori	4 Gb
Sistem Operasi	Windows 7

Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.

Perangkat Lunak	Uraian
Matlab	Aplikasi yang digunakan untuk mengolah sinyal suara jantung menjadi energi dan energi normalisasi.
Audacity	Aplikasi yang digunakan untuk merekam suara sinyal jantung dari digital stetoskop thinkslabone ke komputer.

4.2 Pengujian Program

Pengujian program untuk menghitung nilai energi serta energi normalisasi dan standar deviasi dilakukan dengan membandingkan perhitungan rumus secara manual pada microsoft excel dan hasil perhitungan program yang akan disimpan secara otomatis didalam format Microsoft excel.

4.2.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat sesuai dengan dasar teori rumus yang ada.

4.2.2 Prosedur Pengujian Program Energi dan Normalisasi Energi

Prosedur pengujian program energi dan normalisasi energi :

- a. Mendapatkan nilai hasil dekomposisi dari matlab yaitu berupa koefisien dan banyak data pada setiap detail dan aproksimasi dalam bentuk format Microsoft excel (.xls).
- b. Memecah data koefisien sesuai dengan banyak data yang ada pada setiap detail dan aproksimasi.
- c. Menghitung energi dekomposisi sinyal detail dengan rumus sebagai berikut:
 - Energi dekomposisi rerata level 10

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

$$i = 1, 2, \dots, N=10$$

- Energi dekomposisi rerata level 15

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

$$i = 1,2,\dots, N=15$$

- d. Menghitung energi dekomposisi rerata sinyal aproksimasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

- Energi dekomposisi rerata level 10

$$E_{A10} = \frac{\sum(A_{10}(k))^2}{\text{jumlah cuplik } A_{10}}, K= 1,2,\dots, \text{Jumlah cuplik } A_{10} \quad (4.3)$$

- Energi dekomposisi rerata level 15

$$E_{A15} = \frac{\sum(A_{15}(k))^2}{\text{jumlah cuplik } A_{15}}, K= 1,2,\dots, \text{Jumlah cuplik } A_{15}$$

- e. Menghitung normalisasi energi dekomposisi rerata sinyal aproksimasi dan detail dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$EN_j = \frac{E_{Di}}{\text{maks}(E_{Di}, E_{A10})}$$

$$(4.4)$$

EN_j = Energi rerata normalisasi pada dekomposisi ke -j

(j= 1,2,3...N=10)

4.2.3 Hasil Pengujian Program Energi dan Normalisasi Energi

Hasil dari pengujian dengan menghitung secara manual di Microsoft Excel dapat dilihat pada Gambar 4.1, sedangkan hasil dari program energi dan Normalisasi Energi dapat dilihat pada Gambar 4.2.

G	H	I	J	K	L	M	N
	Energi		RERATA Energi		Normalisasi Energi(pola)		
	0.140982	A10	0.015664618		0.024624295	A10	
	0.496266	D10	0.055140622		0.086679352	D10	
	0.156602	D9	0.010440103		0.01641152	D9	
	1.141597	D8	0.040771338		0.064091283	D8	
	33.71568	D7	0.636144827		1	D7	
	14.14227	D6	0.137303627		0.215837057	D6	
	14.18422	D5	0.069873011		0.109838214	D5	
	1.228403	D4	0.003048146		0.004791592	D4	
	0.482456	D3	0.000600817		0.000944466	D3	
	0.043883	D2	2.73584E-05		4.30065E-05	D2	
	0.00497	D1	1.55034E-06		2.43708E-06	D1	

Gambar 4.1. Hasil Perhitungan Energi dan Normalisasi Energi Dengan

Menggunakan Microsoft Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	2.44E-06	4.3E-05	0.000944	0.004792	0.109838	0.215837	1	0.064091	0.016412	0.086679	0.024624
2	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	A10

Gambar 4.2. Hasil Perhitungan Program Energi dan Normalisasi Energi.

4.2.4 Prosedur Pengujian Program Standar Deviasi

Prosedur pengujian program standar deviasi :

- Mendapatkan nilai normalisasi energi dalam format .xls pada data ke-1 hingga data ke-30.
- Program secara otomatis membaca nilai normalisasi energi pada data ke-1 hingga data ke-30 dalam bentuk format Microsoft Excel (.xls).

- c. Menghitung standar deviasi dari energi normalisasi secara manual menggunakan Microsoft excel dengan rumus sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad (4.5)$$

S = standar deviasi, N = nomor sample, Xi= input sinyal jantung, μ = rata-rata

4.2.5 Hasil Pengujian Program Standar Deviasi

Hasil dari pengujian dengan menghitung standar deviasi normalisasi energi pada setiap detail dan aproksimasi secara manual di Microsoft Excel dapat dilihat pada Gambar 4.3, dan hasil perhitungan nilai rata-rata normalisasi energi secara manual pada setiap detail dan aproksimasi manual di Microsoft excel dapat dilihat pada Gambar 4.5, sedangkan hasil perhitung standar deviasi normalisasi energi pada setiap detail dan aproksimasi dari program dapat dilihat pada Gambar 4.4, serta rata-rata normalisasi energi pada setiap detail dan aproksimasi dari program dapat dilihat pada Gambar 4.6. Pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dapat dilihat hasil pengujian dengan perhitungan nilai standar deviasi normalisasi energi secara manual dan perhitungan program secara otomatis menghasilkan hasil perhitungan yang sama, begitu juga pada Gambar 4.5 dan 4.6 dapat dilihat hasil pengujian dengan perhitungan nilai rata-rata normalisasi energi secara manual dan perhitungan program secara otomatis menghasilkan hasil perhitungan yang sama.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	A10
30	2.00072E-12	1.8468E-09	2.84E-07	1.65E-06	0.00043	0.099539	0.013513	2.54E-05	0.000299	1.14E-05	5.67E-05
Total	5.43801E-10	3.3332E-07	5.89E-05	0.001928	0.086532	3.498775	2.333328	0.215212	0.04232	0.087073	0.028709
variance	1.87518E-11	1.1494E-08	2.03E-06	6.65E-05	0.002984	0.120647	0.08046	0.007421	0.001459	0.003003	0.00099
standar deviasi	4.33033E-06	0.00010721	0.001425	0.008154	0.054625	0.347343	0.283654	0.086146	0.038201	0.054795	0.031464

Gambar 4.3 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Normalisasi Energi Secara Manual Dengan Menggunakan Microsoft Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	4.33E-06	0.000107	0.001425	0.008154	0.054625	0.347343	0.283654	0.086146	0.038201	0.054795	0.031464
2	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	A10
3											
4											

Gambar 4.4 Hasil Perhitungan Program Standar Deviasi Normalisasi Energi.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	A10
total	9.63653E-05	0.00211281	0.03143	0.323075	2.879176	20.53508	24.11572	2.901371	1.52194	1.165066	1.199741
rata-rata	3.21218E-06	7.0427E-05	0.001048	0.010769	0.095973	0.684503	0.803857	0.096712	0.050731	0.038836	0.039991

Gambar 4.5 Hasil Perhitungan Rata-Rata Normalisasi Energi Secara Manual Dengan Menggunakan Microsoft Excel.

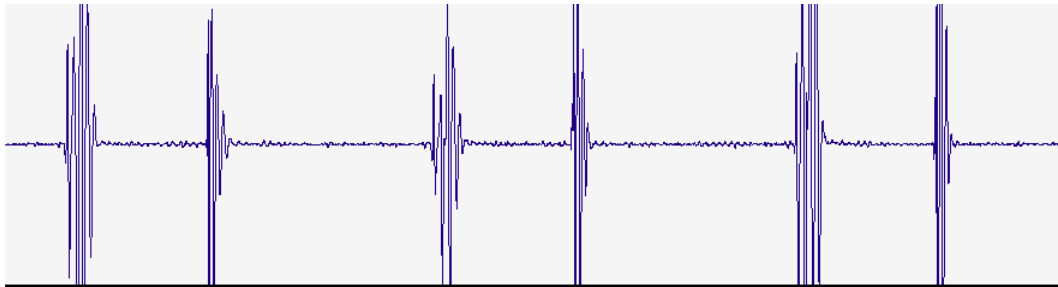
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	3.21E-06	7.04E-05	0.001048	0.010769	0.095973	0.684503	0.803857	0.096712	0.050731	0.038836	0.039991
2	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	A10

Gambar 4.6 Hasil Perhitungan Program Rata-Rata Normalisasi Energi.

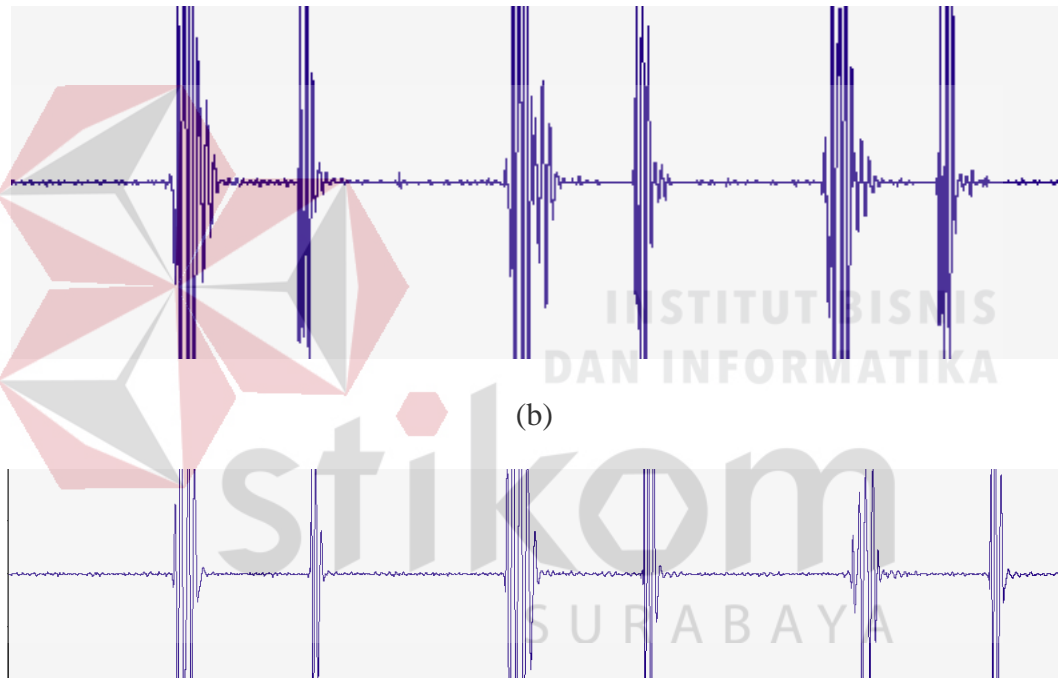
4.3 Pengambilan Data

Data diambil menggunakan stetoskop digital thinkslab dengan menggunakan tiga macam frekuensi cuplik yaitu 8KHz, 44,1KHz, 48KHz untuk setiap subyek. Pada setiap subyek dan setiap frekuensi cuplik dilakukan pengambilan 30 siklus data dimana persiklusnya memiliki waktu rata-rata sekitar 0.8 detik. Adapun hasil pengambilan data untuk subyek satu dapat dilihat pada

Gambar 4.7, untuk subyek dua dapat dilihat pada Gambar Gambar 4.8, untuk subyek dua dapat dilihat pada Gambar 4.9.

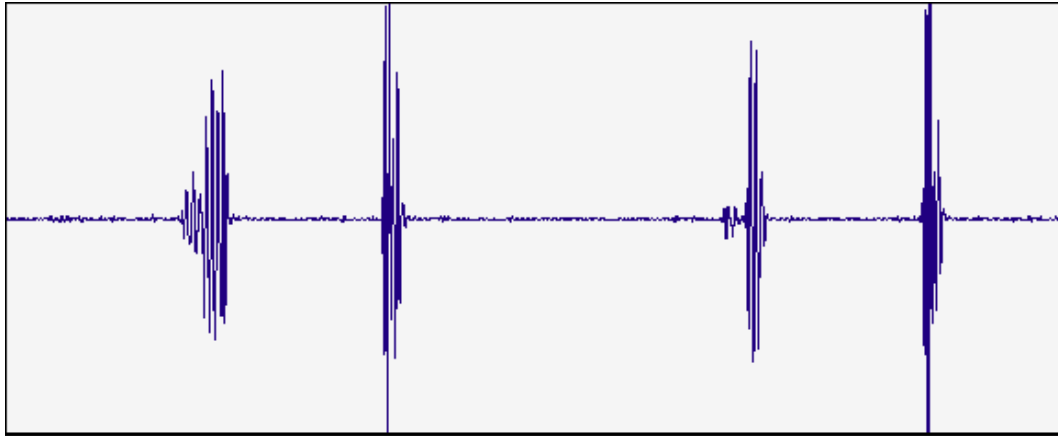


(a)

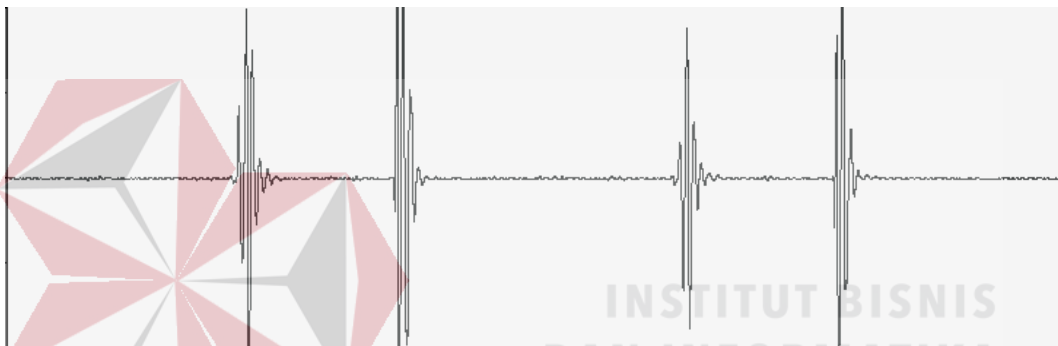


(c)

Gambar 4.7 Sinyal Hasil Pengambilan Dengan Stetoskop Digital Thinkslabone di Subyek Satu Pada (A) Frekuensi 8KHz, (B) Frekuensi 44,1KHz, (C) Frekuensi 48 KHz.



(a)



(b)



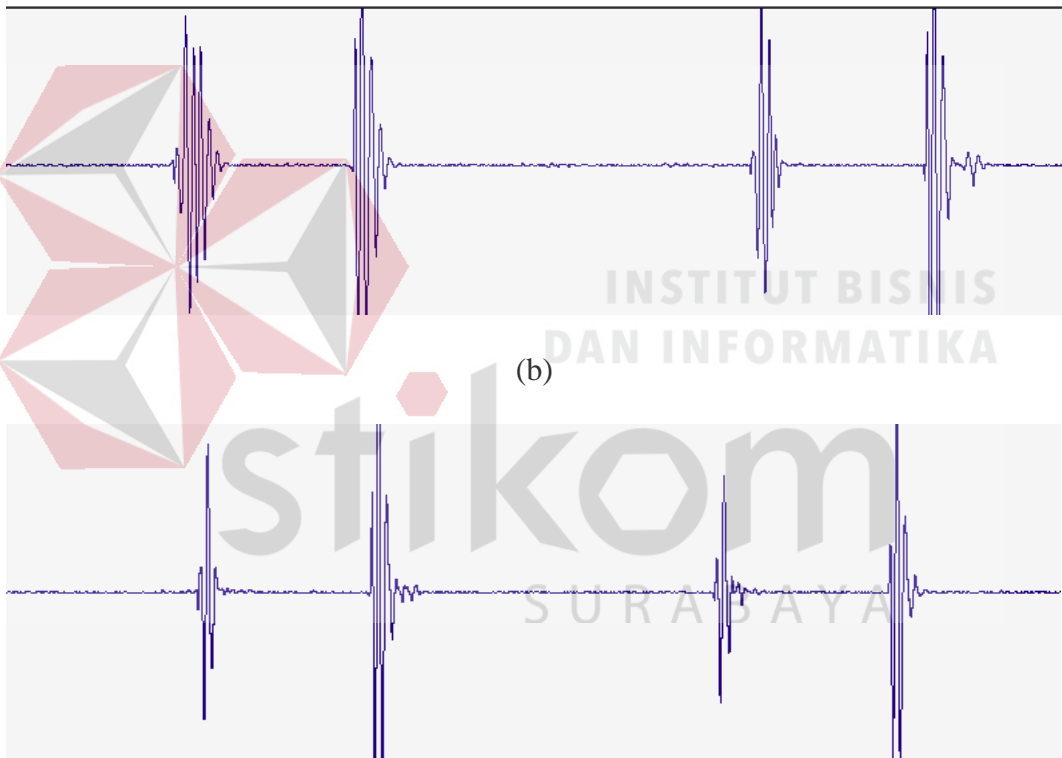
(c)

Gambar 4.8 Sinyal Hasil Pengambilan Dengan Stetoskop Digital Thinkslabone di Subyek Dua Pada (A) Frekuensi 8KHz, (B) Frekuensi 48KHz, (C) Frekuensi 44,1

KHz.



(a)

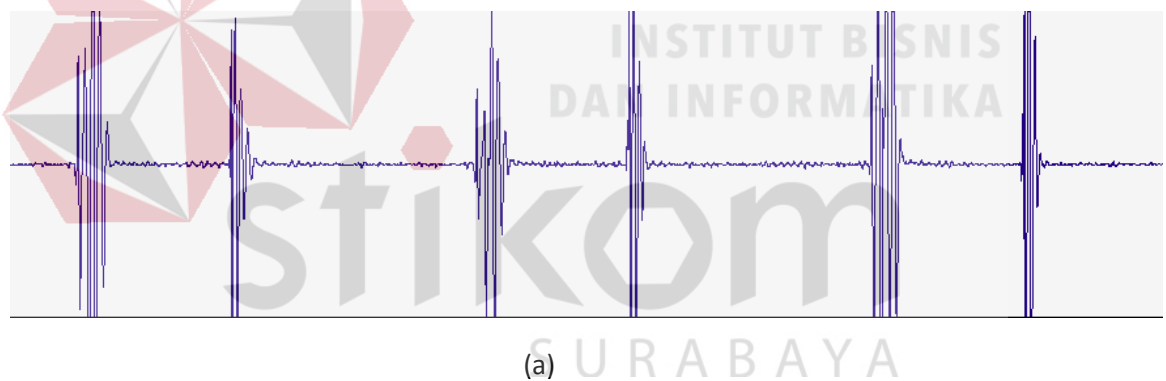


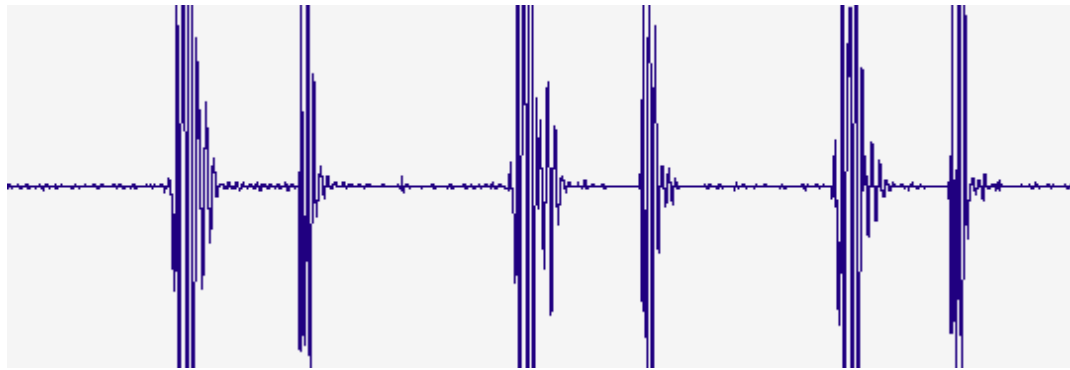
(c)

Gambar 4.9 Sinyal Hasil Pengambilan Dengan Stetoskop Digital Thinkslabone di Subyek Tiga Pada (A) Frekuensi 8KHz, (B) Frekuensi 48KHz, (C) Frekuensi 44,1 KHz.

4.4 *Denoising Sinyal PCG*

Pada Gambar 4.7, Gambar 4.8, dan Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa sinyal hasil pengambilan dengan digital stetoskop thinkslabone masih memiliki artefak, sehingga sebelum di olah lebih jauh maka sinyal yang tidak dibutuhkan, yang terekam pada saat proses perekaman sinyal suara jantung harus dihapus. Pada *Denoising* ini digunakan *Mother Wavelet Daubechies 5* dan *Soft Tresholding* dimana nilai *threshold* di dapatkan secara manual. Hasil dari *Denoising* sinyal suara jantung dari subyek satu dapat dilihat pada Gambar 4.10, Hasil dari *Denoising* sinyal suara jantung dari subyek dua dapat dilihat pada Gambar 4.11, dan Hasil dari *Denoising* sinyal suara jantung dari subyek tiga dapat dilihat pada Gambar 4.12.

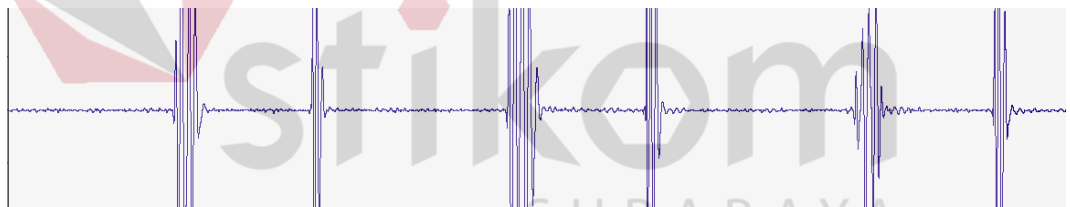




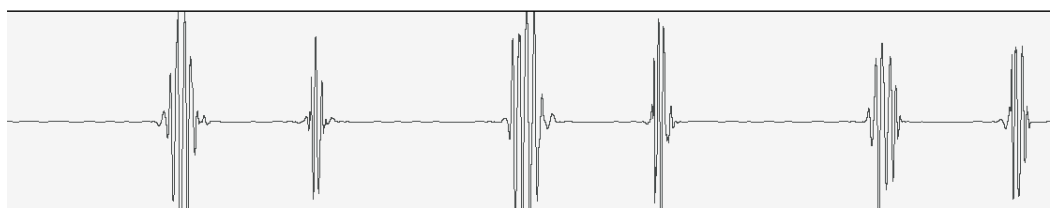
(c)



(d)



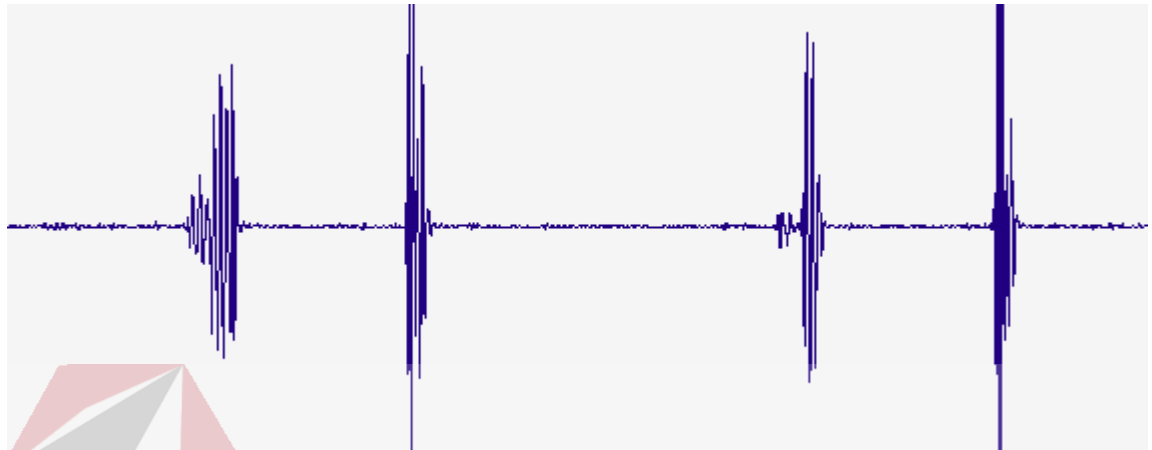
(e)



(f)

Gambar 4.10 Hasil *Denoising* Pada Subyek Satu (A) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 8 KHz Sebelum Didenoising (B) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 8 KHz Setelah Didenoising (C) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 44,1 KHz Sebelum

Didenoising (D) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 44,1 KHz Setelah Didenoisng (E) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 48 KHz Sebelum Didenoisng (F) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 48 KHz Setelah Di *Denoising*.



(a)



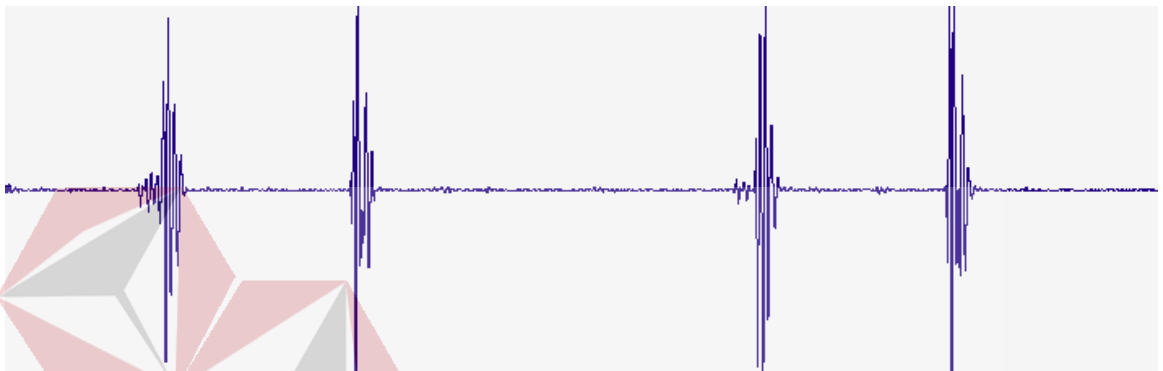
(b)



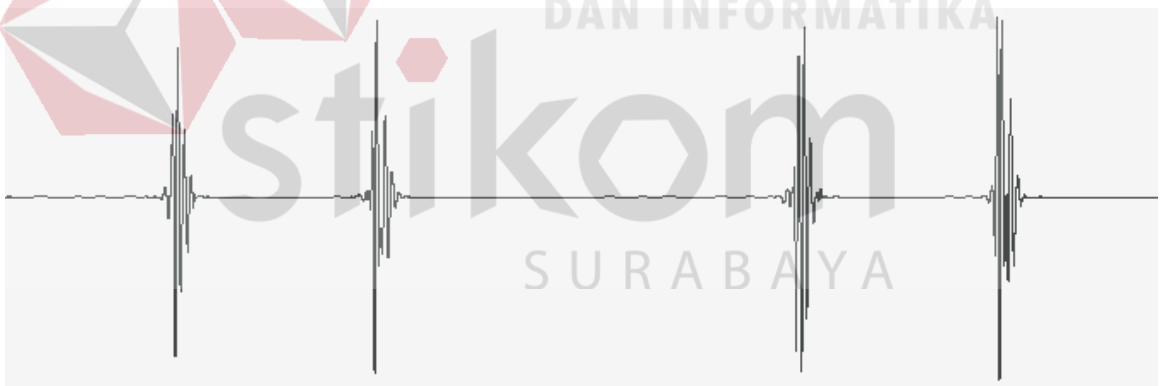
(c)



(d)

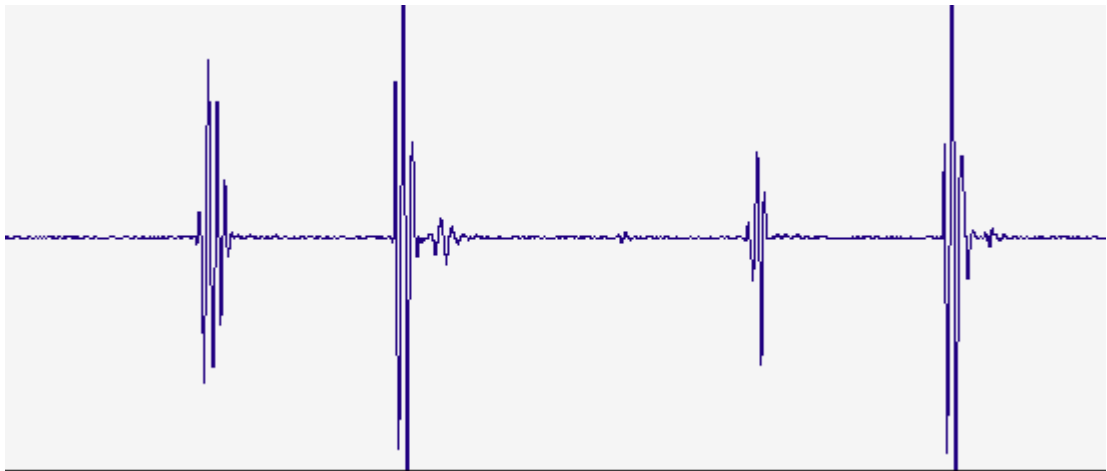


(e)



(f)

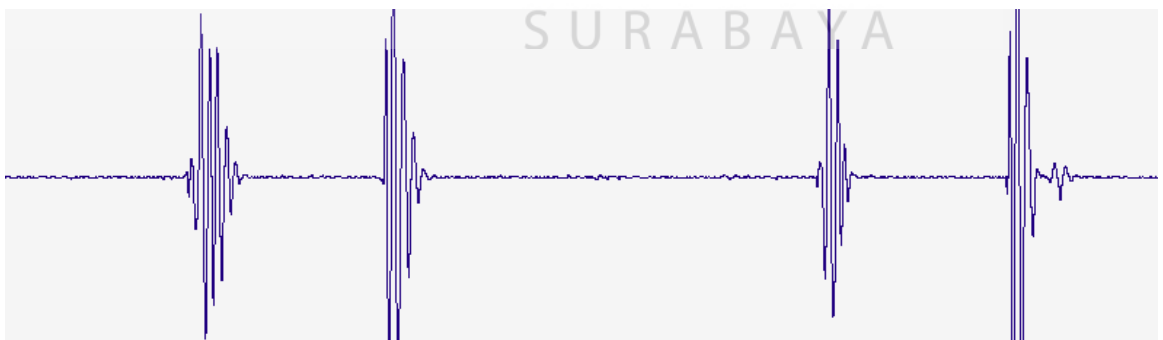
Gambar 4.11 Hasil *Denoising* Pada Subyek Dua (A) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 8 KHz Sebelum Didenosing (B) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 8 KHz Setelah Didenosing (C) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 44,1 KHz Sebelum Didenosing (D) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 44,1 KHz Setelah Didenosing (E) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 48 KHz Sebelum Didenosing (F) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 48 KHz Setelah Didenosing.



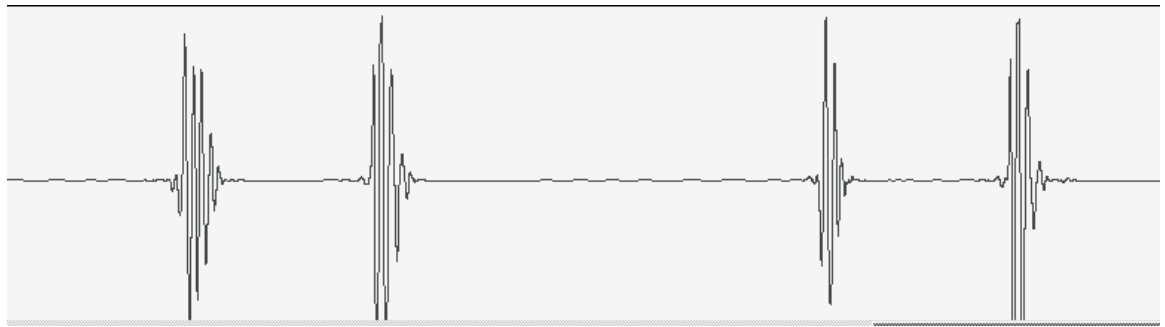
(a)



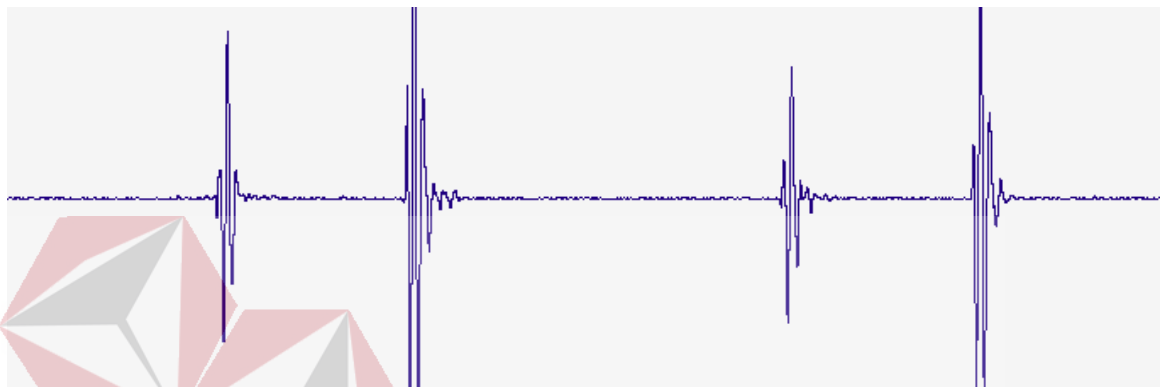
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 4.12 Hasil *Denoising* Pada Subyek Tiga (A) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 8 KHz Sebelum Didenosing (B) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 8 KHz Setelah Didenosing (C) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 44,1 KHz Sebelum Didenosing (D) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 44,1 KHz Setelah Didenosing (E) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 48 KHz Sebelum Didenosing (F) Sinyal Pada Frekuensi Cuplik 48 KHz Setelah Didenosing.

4.5 Dekomposisi Sinyal PCG

Setelah di *Denoising* maka sinyal akan di dekomposisi menggunakan matlab. Dekomposisi dilakukan dengan menggunakan beberapa *Mother Wavelet* yaitu Symlet 2, Symlet 5, Symlet 7, Daubechies 2, Daubechies 5, Daubechies 7, Coiflet 2, Coiflet 5, Biorthogonal 2.8, Biorthogonal 3.9, Biorthogonal 6.8. Level dekomposisi tergantung dengan frekuensi cuplik, jika frekuensi cuplik 8KHz maka akan didekomposisi hingga 10 level, namun jika frekuensi cuplik 44,1 KHz, dan 48KHz maka akan didekomposisi hingga 15 level. Setelah didekomposisi maka akan mendapatkan dua koefisien yang ditampung di dalam array variabel C dan variabel L, dimana isi variabel C adalah koefisien hasil dekomposisi yaitu aproksimasi dan detail sedangkan variabel L digunakan untuk menampung panjang setiap komponen aproksimasi dan detail.

4.6 Analisis Hasil Dekomposisi Energi

Pada tahap ini akan dijelaskan tentang hasil pengolahan energi dan normalisasi energi untuk mendapatkan pola pada setiap PCG.

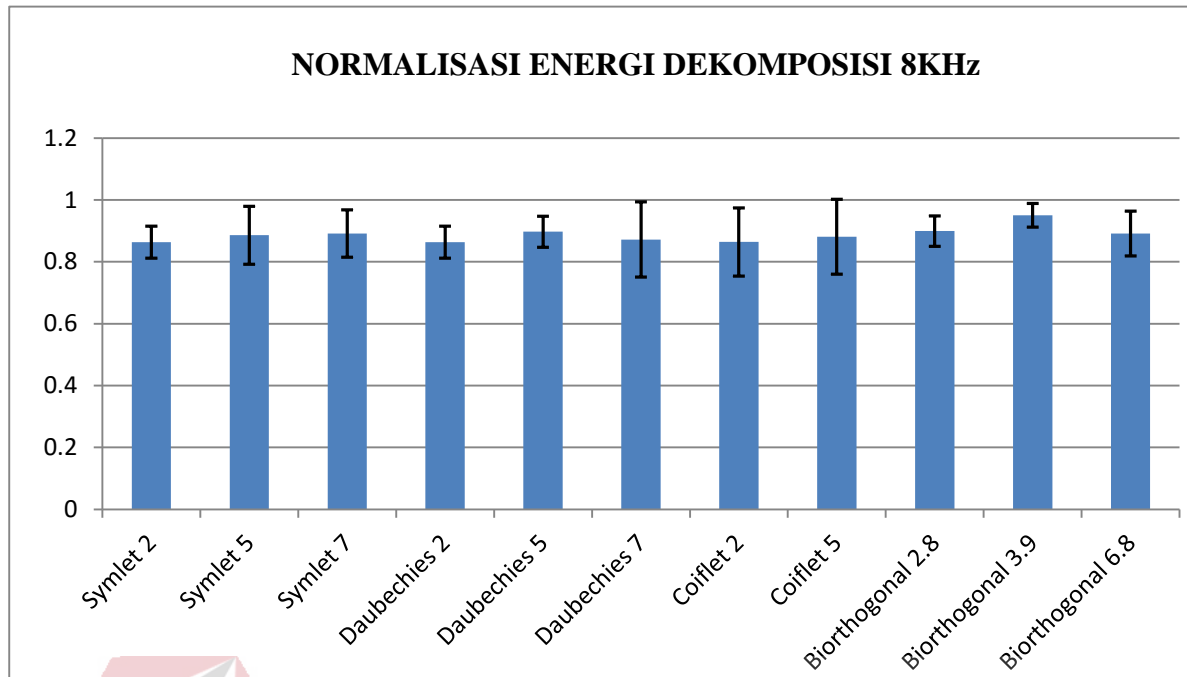
4.6.1. Frekuensi cuplik 8KHz

Hasil pengolahan sinyal PCG yang dengan frekuensi cuplik 8KHz akan menghasilkan dekomposisi 10 level, dimana pada level satu akan menghasilkan komponen detail D1 dengan jangkauan frekuensi 2KHz hingga 4KHz dan komponen aproksimasi A1 dengan jangkauan frekuensi 2KHz hingga 0Hz, selanjutnya akan dipecah lagi menjadi D2 (2KHz – 1KHz), A2(1KHz-0KHz), Begitu seterusnya hingga D10(7,813HZ- 3,9Hz) dan A10 (3,9Hz-0Hz) untuk Gambar dekomposisi 10 tingkat dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Setelah didekomposisi maka akan dihitung nilai normalisasi energi dekomposisi, Hasil normalisasi energi dekomposisi pada frekuensi 8KHz dari ketiga subyek normal dengan menggunakan 11 *Mother Wavelet* dapat dilihat pada Tabel 4.3, untuk visualisasi pola normalisasi energi dekomposisi rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4.13.

Tabel 4.3 Normalisasi Energi Dekomposisi, Rata-Rata Energi, & Standar Deviasi Pada Frekuensi Cuplik 8KHz

Wavelet	Subyek 1		Subyek 2		Subyek 3		Rata-rata Energi	Standar deviasi
	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	Frekuensi (Hz)		
Symlet 2	0.80386	31.25-62.5	0.89281	62.5-125	0.89458	62.5-125	0.86375	0.05188
Symlet 5	0.79209	31.25-62.5	0.88616	62.5-125	0.97902	62.5-125	0.88575	0.09346
Symlet 7	0.82328	31.25-62.5	0.87700	62.5-125	0.97423	62.5-125	0.89150	0.07651
Daubechies 2	0.80386	31.25-62.5	0.89281	62.5-125	0.89458	62.5-125	0.86375	0.05188
Daubechies 5	0.84671	31.25-62.5	0.89833	62.5-125	0.94618	62.5-125	0.89707	0.04975
Daubechies 7	0.74008	15.625-62.5	0.89565	62.5-125	0.97981	62.5-125	0.87185	0.12163
Coiflet 2	0.73938	15.625-62.5	0.90325	62.5-125	0.94933	62.5-125	0.86399	0.11035
Coiflet 5	0.75826	31.25-62.5	0.88456	62.5-125	1.00000	62.5-125	0.88094	0.12091
Biorthogonal 2.8	0.90868	31.25-62.5	0.94293	62.5-125	0.84651	62.5-125	0.89937	0.04888
Biorthogonal 3.9	0.95052	31.25-62.5	0.98850	62.5-125	0.91206	31.25-62.5	0.95036	0.03822
Biorthogonal 6.8	0.80959	31.25-62.5	0.91950	62.5-125	0.94526	62.5-125	0.89145	0.07205



Gambar 4.13. Normalisasi Energi Rata-Rata Dekomposisi Dengan Frekuensi Cuplik 8KHz.

Dari hasil Tabel 4.3 dan Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa Biorthogonal 3.9 memiliki rata-rata normalisasi energi dekomposisi yang paling tinggi yaitu 0,950361 dengan standar deviasi yang paling rendah pada sampling 8KHz, standar deviasi menandakan bahwa range persebaran data dari rata-rata tidak terlalu jauh, mendekati akurat, selain itu 63.6% dari seluruh *Mother Wavelet* menghasilkan energi dekomposisi terbesar pada D6 dengan range frekuensi 62.5 hingga 125Hz

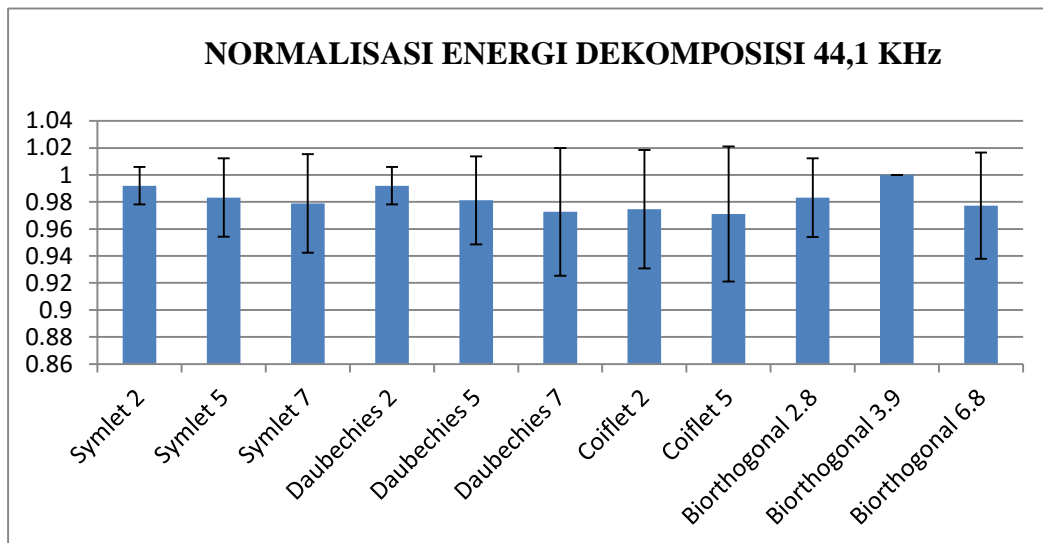
4.6.2. Frekuensi cuplik 44,1 KHz

Hasil pengolahan sinyal PCG yang dengan frekuensi cuplik 44,1 KHz akan menghasilkan dekomposisi 15 level, dimana pada level satu akan menghasilkan komponen detail D1 dengan jangkauan frekuensi 11025Hz hingga 22050Hz dan komponen aproksimasi A1 dengan jangkauan frekuensi 11025Hz

hingga 0Hz, selanjutnya akan dipecah lagi menjadi D2 (11025Hz – 551,25Hz), A2(551,25Hz-0KHz), Begitu seterusnya hingga D10(1,35HZ- 0 Hz) dan A10 (0Hz) untuk Gambar dekomposisi 15 tingkat dapat dilihat pada Gambar 3.5. Setelah didekomposisi maka akan dihitung nilai normalisasi energi dekomposisi, Hasil normalisasi energi dekomposisi pada frekuensi 44,1 KHz dari ketiga subyek normal dengan menggunakan 11 *Mother Wavelet* dapat dilihat pada Tabel 4.4, untuk visualisasi pola normalisasi energi dekomposisi rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Tabel 4.4 Normaliasi Energi Dekomposisi, Rata-Rata Energi, & Standar Deviasi Pada Frekuensi Cuplik 44,1KHz.

Wavelet	Subyek 1		Subyek 2		Subyek 3		Rata-rata Energi	Standar deviasi
	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	Frekuensi (Hz)		
Symlet 2	1.00000	43.066-86.133	0.97609	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.99203	0.01381
Symlet 5	1.00000	43.066-86.133	0.94966	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.98322	0.02906
Symlet 7	1.00000	43.066-86.133	0.93679	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.97893	0.03650
Daubechies 2	1.00000	43.066-86.133	0.97609	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.99203	0.01381
Daubechies 5	1.00000	43.066-86.133	0.94346	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.98115	0.03264
Daubechies 7	1.00000	43.066-86.133	0.91805	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.97268	0.04731
Coiflet 2	1.00000	43.066-86.133	0.92389	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.97463	0.04394
Coiflet 5	1.00000	43.066-86.133	0.91337	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.97112	0.05001
Biorthogonal 2.8	1.00000	43.066-86.133	0.94942	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.98314	0.02921
Biorthogonal 3.9	1.00000	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	1.00000	0.00000
Biorthogonal 6.8	1.00000	43.066-86.133	0.93170	43.066-86.133	1.00000	43.066-86.133	0.97723	0.03944



Gambar 4.14. Normalisasi energi rata-rata dekomposisi dengan frekuensi cuplik 44,1 KHz.

Dari hasil Tabel 4.4 dan Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa Biorthogonal 3.9 memiliki rata-rata normalisasi energi dekomposisi yang paling tinggi yaitu 1 dengan standar deviasi yang paling rendah yaitu 0 pada sampling 44,1 KHz, standar deviasi menandakan bahwa range persebaran data dari rata-rata tidak ada karena nilai standar deviasi menghasilkan 0 yang berarti akurat dan presisi, selain itu data menunjukkan hasil yang konsisten karena 100% dari 990 data (11 *Mother Wavelet* pada subyek satu, dua, dan tiga pada frekuensi cuplik 44,1 KHz) menghasilkan energi dekomposisi terbesar pada D9 dengan range frekuensi 43.066Hz hingga 86.133Hz.

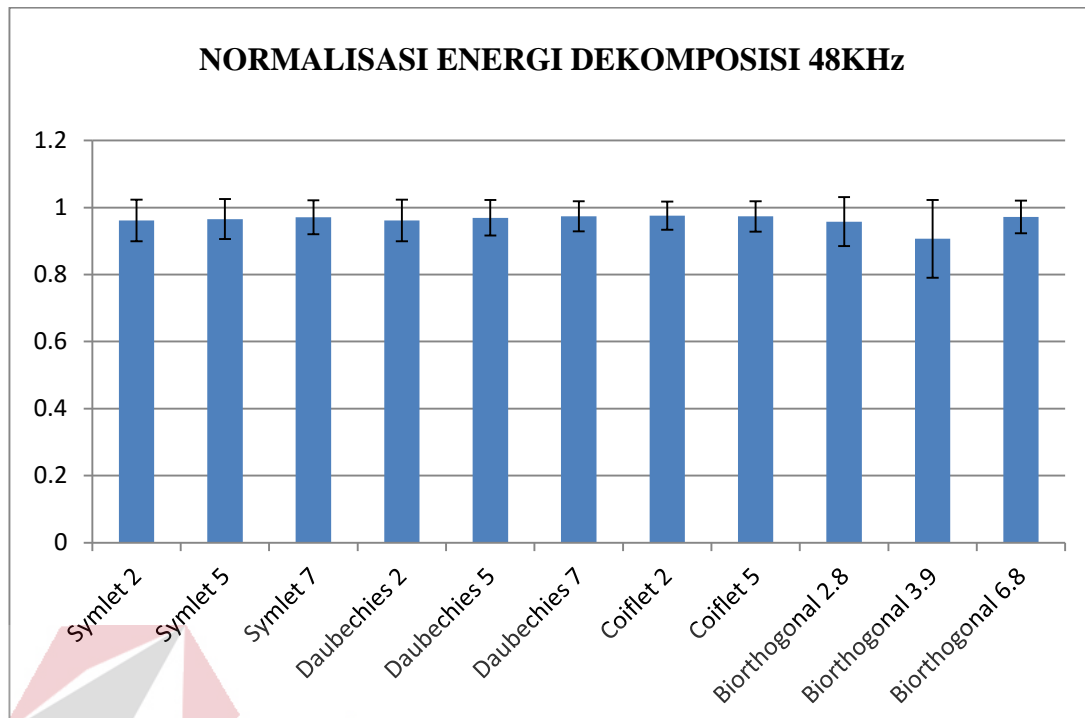
4.6.3. Frekuensi cuplik 48KHz

Hasil pengolahan sinyal PCG yang dengan frekuensi cuplik 48KHz akan menghasilkan dekomposisi 15 level, dimana pada level satu akan menghasilkan komponen detail D1 dengan jangkauan frekuensi 12KHz hingga 24KHz dan

komponen aproksimasi A1 dengan jangkauan frekuensi 12KHz hingga 0Hz, selanjutnya akan dipecah lagi menjadi D2 (12KHz – 6KHz), A2(6KHz-0KHz), Begitu seterusnya hingga D10(1,5HZ-0Hz) dan A10(0Hz) untuk Gambar dekomposisi 15 tingkat dapat dilihat pada Gambar 3.4. Setelah didekomposisi maka akan dihitung nilai normalisasi energi dekomposisi, Hasil normalisasi energi dekomposisi pada frekuensi 48KHz dari ketiga subyek normal dengan menggunakan 11 *Mother Wavelet* dapat dilihat pada Tabel 4.5, untuk visualisasi pola normalisasi energi dekomposisi rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4.15.

Tabel 4.5 Normaliasi Energi Dekomposisi, Rata-Rata Energi, & Standar Deviasi Pada Frekuensi Cuplik 48KHz.

Wavelet	Subyek 1		Subyek 2		Subyek 3		Rata-rata Energi	Standar deviasi
	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	Frekuensi (Hz)		
Symlet 2	0.99412	46.875-93.75	0.88977	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.96130	0.06202
Symlet 5	1.00000	46.875-93.75	0.89698	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.96566	0.05948
Symlet 7	1.00000	46.875-93.75	0.91276	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.97092	0.05037
Daubechies 2	0.99412	46.875-93.75	0.88977	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.96130	0.06202
Daubechies 5	1.00000	46.875-93.75	0.90802	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.96934	0.05311
Daubechies 7	1.00000	46.875-93.75	0.92159	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.97386	0.04527
Coiflet 2	1.00000	46.875-93.75	0.92772	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.97591	0.04173
Coiflet 5	1.00000	46.875-93.75	0.92112	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.97371	0.04554
Biorthogonal 2.8	1.00000	46.875-93.75	0.87354	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.95785	0.07301
Biorthogonal 3.9	0.94323	46.875-93.75	0.77661	46.875-93.75	1.00000	46.875-93.75	0.90661	0.11611
Biorthogonal 6.8	1.00000	46.875-93.75	0.91552	93.75-187.5	1.00000	46.875-93.75	0.97184	0.04878



Gambar 4.15. Normalisasi energi rata-rata dekomposisi dengan frekuensi cuplik 48KHz

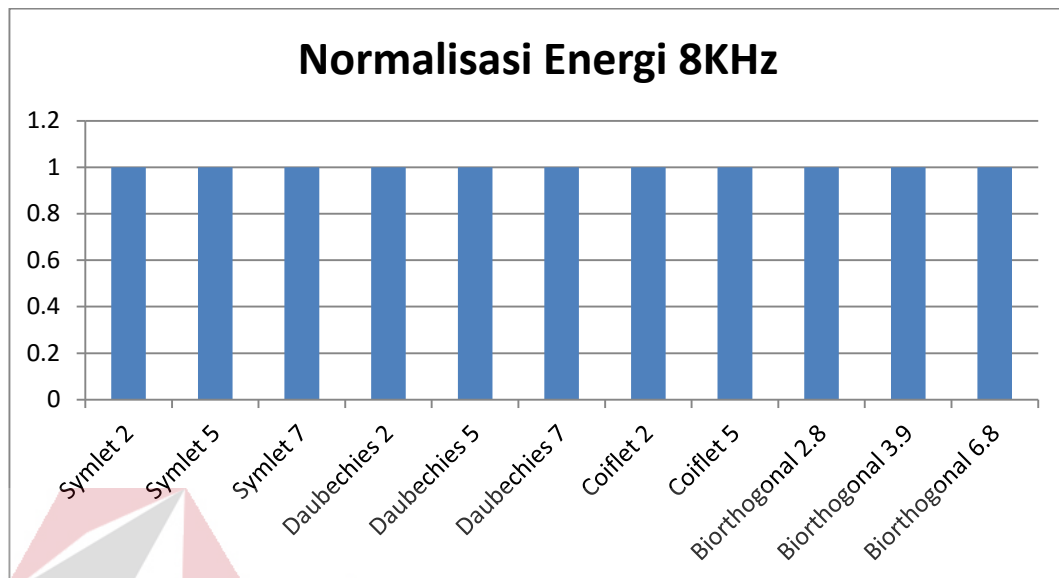
Dari hasil Tabel 4.5 dan Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa Coiflet 2 memiliki rata-rata normalisasi energi dekomposisi yang paling tinggi yaitu 0.97590 dengan standar deviasi yang paling rendah yaitu 0,41729 pada sampling 48KHz, namun hasil energi dekomposisi dengan *Mother Wavelet* yang lain tidak terlalu jauh berbeda, dan cenderung konsisten pada nilai 0.9. Selain itu 69,7% data dari 990 data (11 *Mother Wavelet* pada subyek satu, dua, dan tiga pada frekuensi cuplik 48KHz) menghasilkan energi dekomposisi terbesar pada D9 dengan range frekuensi 46.88Hz hingga 93.75Hz.

4.6.4. Database sinyal PCG Michigan

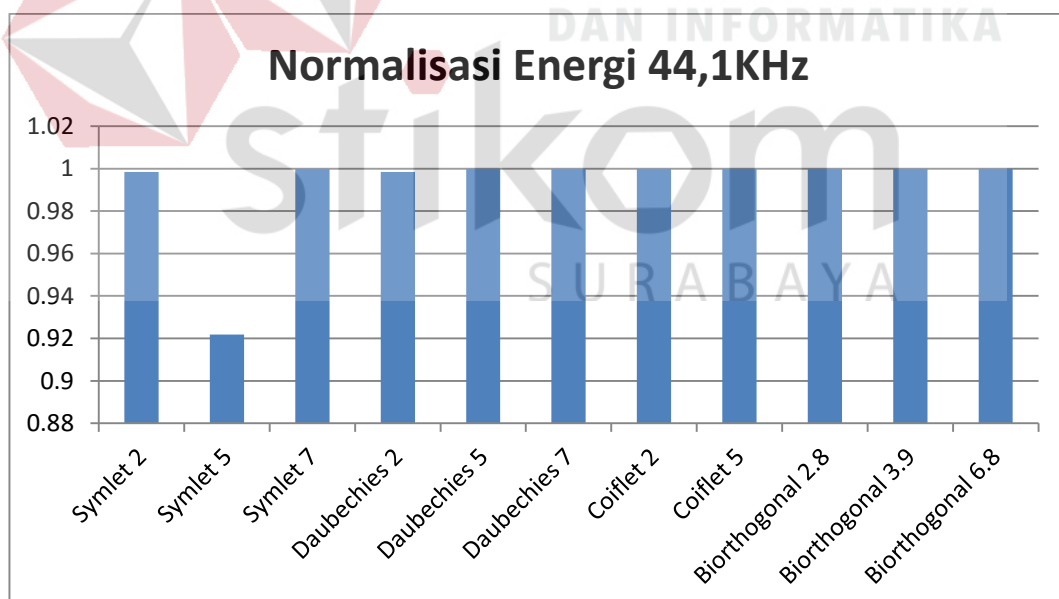
Database sinyal PCG normal dari *Michigan University* di gunakan untuk membandingkan sinyal PCG dari tiga subyek normal yang diambil menggunakan stetoskop digital. Database sinyal PCG normal dari *Michigan University* dalam keadaan tanpa noise, sehingga didapat hasil pada Tabel 4.6 dan visualisasi pola dengan frekuensi cuplik 8KHz, 44,1KHz, 48KHz. dapat dilihat pada Gambar 4.16 sedangkan visualisasi rata-rata normalisasi energi dapat dilihat pada Gambar 4.17.

Tabel 4.6 Normaliasi Energi Dekomposisi, Rata-Rata Energi, & Standar Deviasi Pada Frekuensi Database *Michigan University* Pada Sampling 8 KHz, 44,1 KHz, dan 48 KHz.

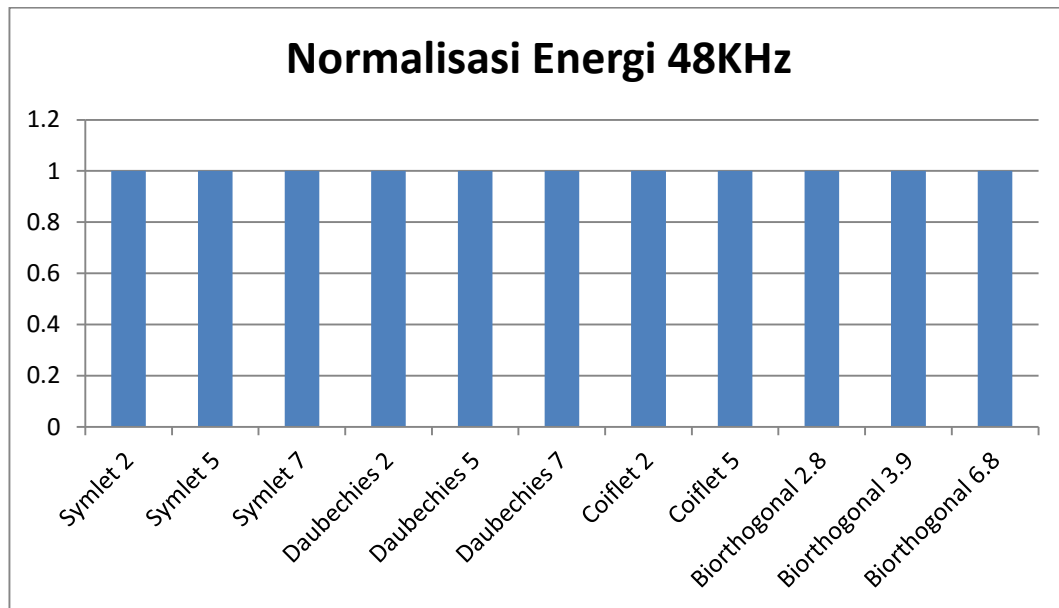
Wavelet	8KHz		44,1KHz		48KHz		rata-rata	Standard deviasi
	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	Frekuensi (Hz)	Energi	
Symlet 2	1.00000	62.5-125	0.99840	43.066-172.27	1.00000	46.875-93.75	0.99947	0.00093
Symlet 5	1.00000	62.5-125	0.92180	43.066-172.27	1.00000	46.875-93.75	0.97393	0.04515
Symlet 7	1.00000	62.5-125	1.00000	43.066-86.133	1.00000	46.875-93.75	1.00000	0.00000
Daubechies 2	1.00000	62.5-125	0.99840	43.066-172.27	1.00000	46.875-93.75	0.99947	0.00093
Daubechies 5	1.00000	62.5-125	1.00000	43.066-86.133	1.00000	46.875-93.75	1.00000	0.00000
Daubechies 7	1.00000	62.5-125	1.00000	43.066-86.133	1.00000	46.875-93.75	1.00000	0.00000
Coiflet 2	1.00000	62.5-125	1.00000	43.066-86.133	1.00000	46.875-93.75	1.00000	0.00000
Coiflet 5	1.00000	62.5-125	1.00000	43.066-86.133	1.00000	46.875-93.75	1.00000	0.00000
Biorthogonal 2.8	1.00000	62.5-125	1.00000	43.066-86.133	1.00000	46.875-93.75	1.00000	0.00000
Biorthogonal 3.9	1.00000	62.5-125	1.00000	43.066-86.133	1.00000	46.875-93.75	1.00000	0.00000
Biorthogonal 6.8	1.00000	62.5-125	1.00000	43.066-86.133	1.00000	46.875-93.75	1.00000	0.00000



(a)

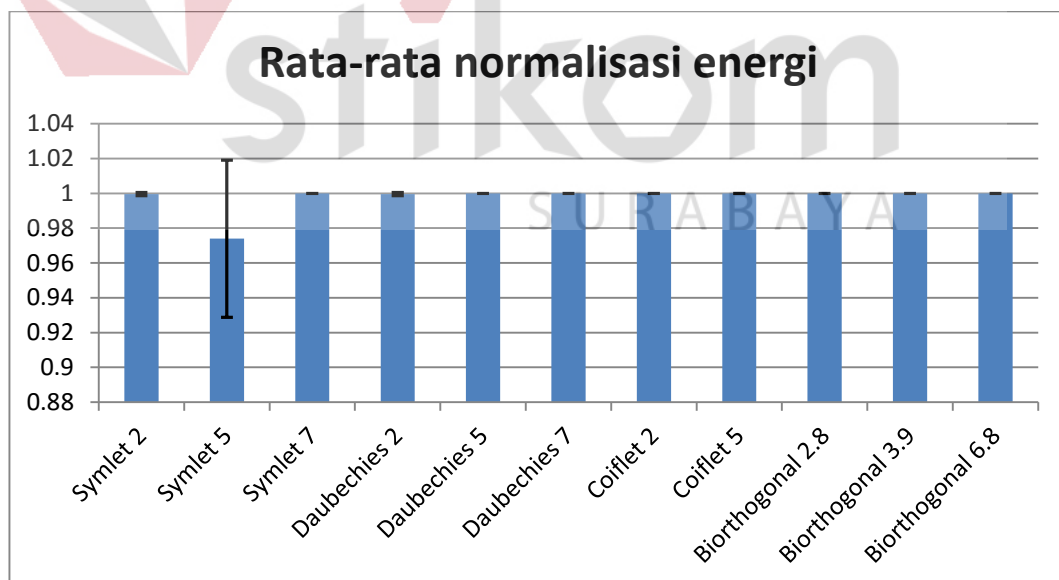


(b)



(c)

Gambar 4.16. Normalisasi Energi Rata-Rata Dekomposisi Dari Sinyal PCG *Michigan University* Pada (A) Frekuensi Cuplik 8KHz (B) Frekuensi Cuplik 44,1KHz (C) Frekuensi Cuplik 48KHz.



Gambar 4.17. Rata-Rata Normalisasi Energi Dekomposisi Dari Sinyal PCG

Michigan University.

Pada Gambar 4.16, Gambar 4.17 dan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa pada *Mother Wavelet* dan frekuensi cuplik yang berbeda sebagian besar hasil pola energi tidak terlalu jauh satu sama lain yaitu berada pada energi dekomposisi dengan nilai 1. Untuk frekuensi cuplik 8KHz pada semua *Mother Wavelet* energi tertinggi berada pada D6 dengan range frekuensi 62.5Hz hingga 125Hz, untuk frekuensi 44,1KHz pada 63.6% *Mother Wavelet* energi tertinggi berada pada D9 dengan range frekuensi 43.066Hz hingga 86.133Hz, untuk frekuensi 48KHz pada semua *Mother Wavelet* energi tertinggi berada pada D9 yaitu dengan range frekuensi 46.88Hz hingga 93.75Hz.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa hasil pengolahan sinyal PCG yang didapat dari pengambilan data secara langsung dan data dari *Michigan University* didapatkan bahwa untuk sampling 8KHz, terdapat kesesuaian range frekuensi pada energi dekomposisi terbesar berada di D6 yaitu dengan range frekuensi 62.5 Hz hingga 125 Hz. Untuk sampling 44,1KHz terdapat kesesuaian range frekuensi pada energi dekomposisi terbesar berada di D9 yaitu dengan frekuensi range 43.066 Hz hingga 86.133 Hz. Untuk sampling 48KHz terdapat kesesuaian range frekuensi pada energi dekomposisi terbesar berada di D9 yaitu dengan frekuensi range 46.88 Hz hingga 93.75 Hz.

Dari berbagai frekuensi cuplik dalam pengujian ini didapatkan bahwa sinyal jantung normal memiliki energi dekomposisi terbesar pada range 62.5 Hz hingga 125 Hz untuk pengujian dengan berbagai *Mother Wavelet*.