

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Sistem

Sebelum melakukan *denoising* 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	Amd A6
Memori	8 Gb
Sistem Operasi	Windows 7

Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.

Perangkat Lunak	Uraian
Matlab R2016a	Aplikasi yang digunakan untuk mengolah sinyal suara jantung menjadi energi dan energi normalisasi.

4.2 Pengujian Program

Pengujian program untuk menghitung nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Mean Square Error* (MSE), dan energi normalisasi. Keberhasilan program dapat dilihat dari grafik perbandingan MSE terhadap SNR. Semakin besar nilai SNR dan semakin kecil nilai MSE maka proses *denoising* semakin baik.

4.3 Tujuan

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

4.4 Prosedur Pengujian Penelitian

Prosedur pengujian program *denoising* menggunakan *adaptive thresholding* :

- a. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan nilai SNR yang berbeda-beda pada *Gaussian Noise* yang telah ditambahkan pada sinyal suara jantung *non noise*. Penambahan SNR terdiri dari beberapa macam yaitu -3 dB, -2 dB, -1 dB, dan 1 dB. Pembangkitan *Gaussian noise* ini dilakukan dengan percobaan sebanyak 100 kali atau bisa sesuai *input user*, dengan berbagai macam nilai SNR *noise* yang berbeda-beda. Percobaan ini dilakukan guna mencari nilai SNR *output* rata-rata dari hasil proses *denoising*.
- b. Mendapatkan nilai *threshold* dengan karakteristik dari sinyal yang tecampur *noise* dengan nilai SNR sebesar -3 dB , -2 dB , -1 dB , dan 1 dB. Dan melakukan proses *denoising* dengan metode *hard thresholding* dan *soft thresholding*.
- c. Menghitung normalisasi energi dekomposisi sinyal aproksimasi dan detail dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$EN_j = \frac{E_{Di}}{\max(E_{Di}, E_{A10})} \quad (4.1)$$

EN_j = Energi rerata normalisasi pada dekomposisi ke $-j$

($j= 1,2,3 \dots N=10$)

- d. Menghitung nilai *signal to noise ratio* (SNR) output, untuk mengetahui tingkat keberhasilan *denoising*. Dengan rumus sebagai berikut :

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{\sigma^2_{noisedsignal}}{\sigma^2_{noisedsignal} - \sigma^2_{denoisedsignal}} \right) \quad (4.2)$$

Dimana :

$\sigma^2_{noisedsignal}$ = varian sinyal yang tercampur noise.

$\sigma^2_{denoisedsignal}$ = varian sinyal output yang telah di *denoising*.

- e. Validitas proses *denoising* di ukur dengan *mean square error* (MSE), untuk berbagai metode antara lain *Hard Thresholding* dan *Soft Thresholding*. Nilai MSE didapatkan dari rumus berikut :

$$MSE = \sum_{i=1}^n (s - s_e)^2 \quad (4.3)$$

Dimana :

MSE = *Mean Square Error*

n = panjang sinyal

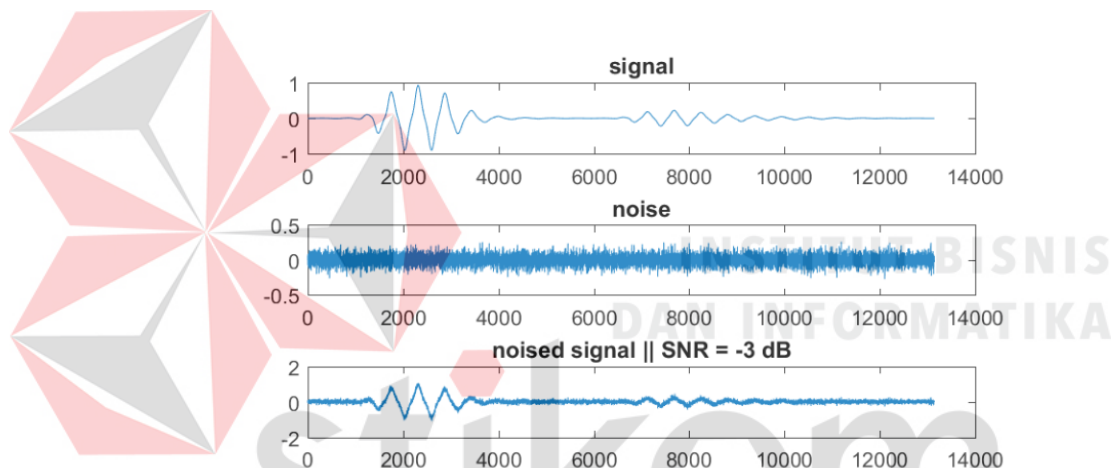
S = sinyal input

Se = sinyal output

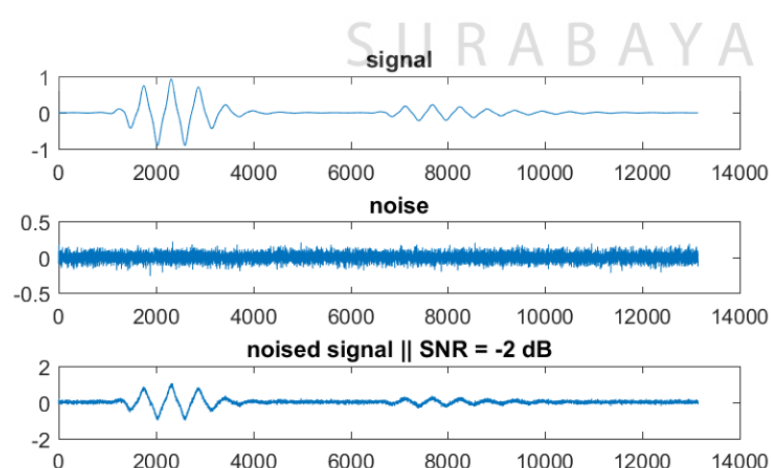
- f. Analisis Keberhasilan program dengan melihat grafik perbandingan MSE terhadap SNR. Semakin besar nilai SNR dan semakin kecil nilai MSE maka proses *denoising* semakin baik.
- g. Keberhasilan Proses *Denoising* akan di uji dengan sinyal PCG asli yang sudah tercampur noise. Jadi tanpa ada penambahan Gaussian noise.

4.5 Hasil Pengujian Program Pembangkitan *Gaussian Noise*.

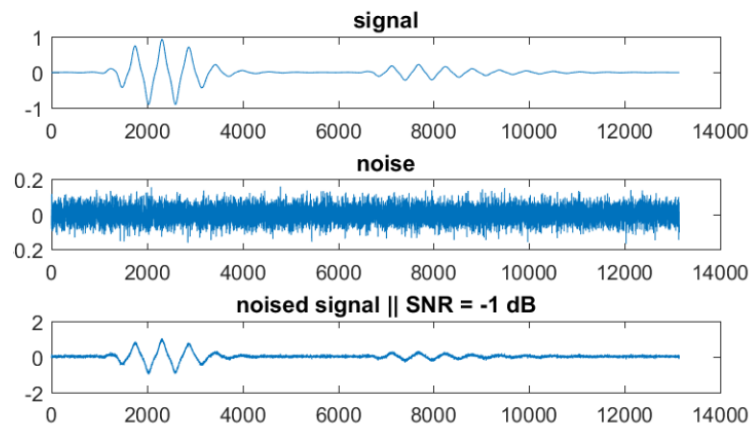
Hasil pengujian dengan membangkitkan *Gaussian Noise* dengan fungsi 'randn' pada matlab. Pembangkitan *Gaussian noise* ini dengan nilai SNR input yang berbeda-beda yaitu sebesar -3 dB, -2 dB, -1 dB dan 1 dB. Kemudian hasil pembangkitan *Gaussian Noise* ditambahkan pada sinyal jantung PCG tanpa *noise* dan hasil penggabungan akan plot pada matlab dapat dilihat pada gambar 4.1 sampai gambar 4.4.



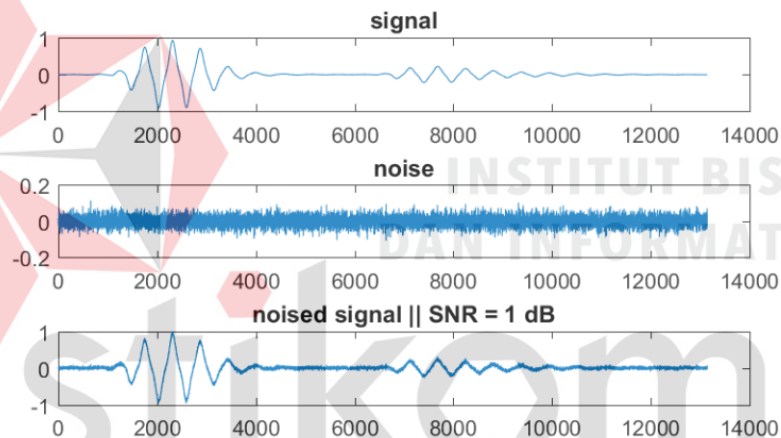
Gambar 4.1 pembangkitan *Gaussian Noise* sebesar -3dB



Gambar 4.2 pembangkitan *Gaussian Noise* sebesar -2dB



Gambar 4.3 pembangkitan *Gaussian Noise* sebesar -1dB



Gambar 4.4 pembangkitan *Gaussian Noise* sebesar 1dB

Dapat dilihat pada pembangkitan *gaussian noise* ini, jika semakin kecil nilai SNR *input* maka *noise* yang dibangkitkan memiliki nilai amplitudo yang besar dan sebaliknya, semakin besar nilai SNR *input* maka *noise* yang dibangkitkan memiliki nilai amplitudo yang kecil.

4.6 Hasil Pengujian Program *Denoising*.

Hasil Pengujian *Denoising* dengan mencari nilai *threshold* dengan menerapkan *threshold rules* antara lain *global thresholding* dan *threshold adapt*

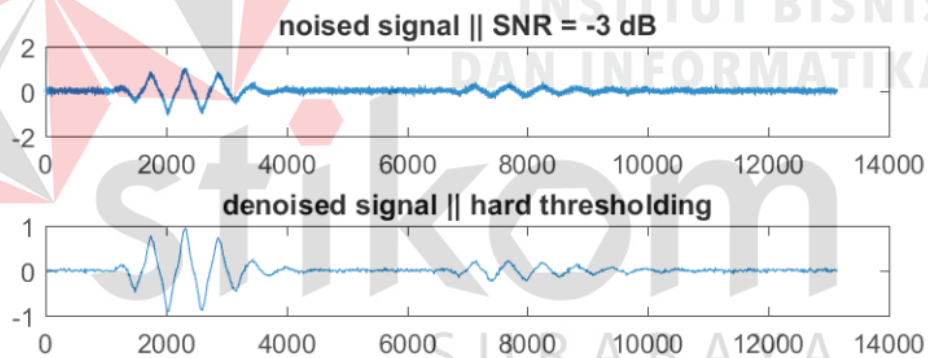
(heursure). Setelah mendapatkan nilai *threshold* yang didapatkan berdasarkan karakteristik dari sinyal input ,Metode *denoising* yang digunakan adalah *hard thresholding* dan *soft thresholding*.

4.6.1 Global Thresholding.

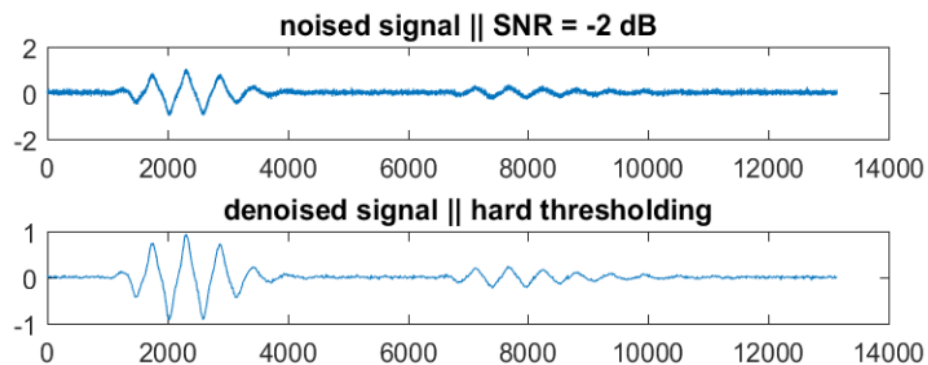
Threshold global, yaitu *threshold* yang bergantung pada banyaknya data pengamatan n atau panjang dari sinyal *input*.

a. Hard Thresholding

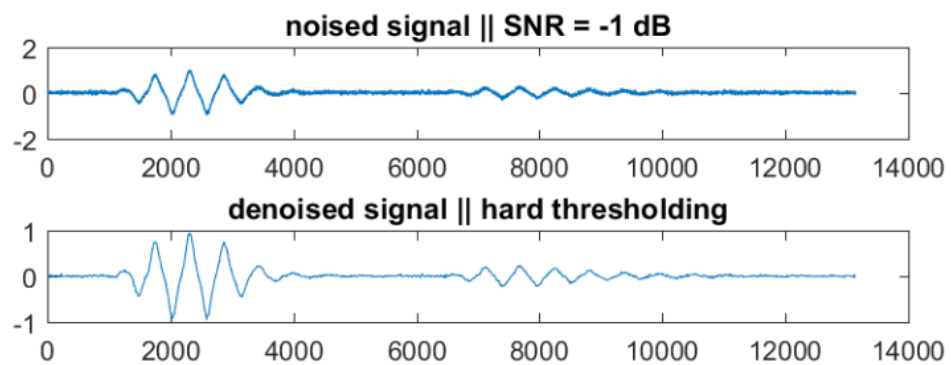
Denoising dilakukan setelah menambahkan *Gaussian noise* dengan SNR input yang berbeda-beda antara lain -3, -2 , -1 dan 1 dB, dengan metode *hard thresholding* seperti pada gambar 4.5 sampai 4.8.



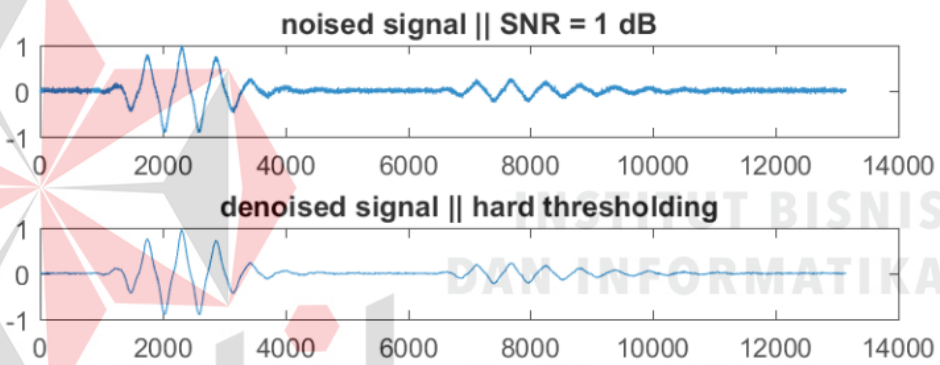
Gambar 4.5 Denoising dengan metode *Hard thresholding* dengan SNR input -3 dB



Gambar 4.6 Denoising dengan metode *Hard thresholding* dengan SNR input -2 dB



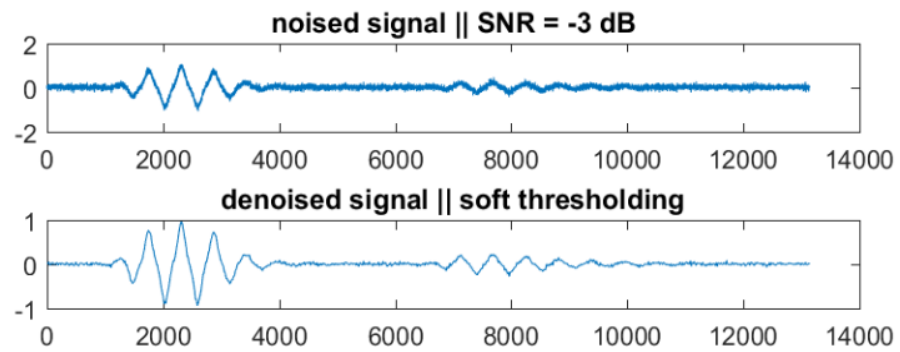
Gambar 4.7 Denoising dengan metode *Hard thresholding* dengan SNR input -1dB



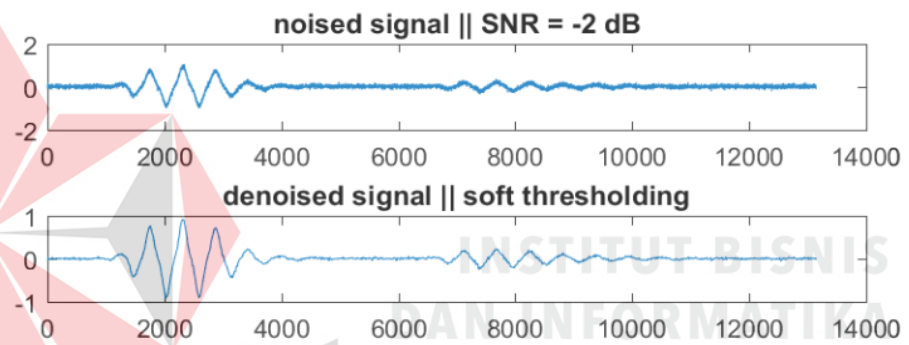
Gambar 4.8 Denoising dengan metode *Hard thresholding* dengan SNR input 1dB

b. *Soft Thresholding*

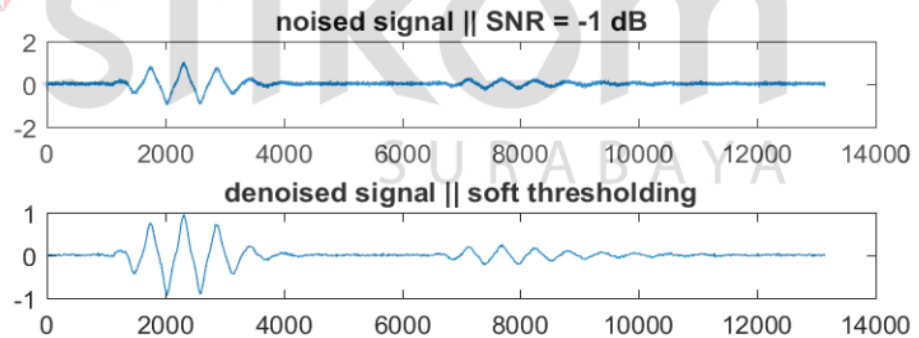
Denoising dilakukan setelah menambahkan *Gaussian noise* dengan SNR input yang berbeda-beda antara lain -3, -2 , -1 dan 1 dB, dengan metode *Soft thresholding* seperti pada gambar 4.9 sampai 4.12.



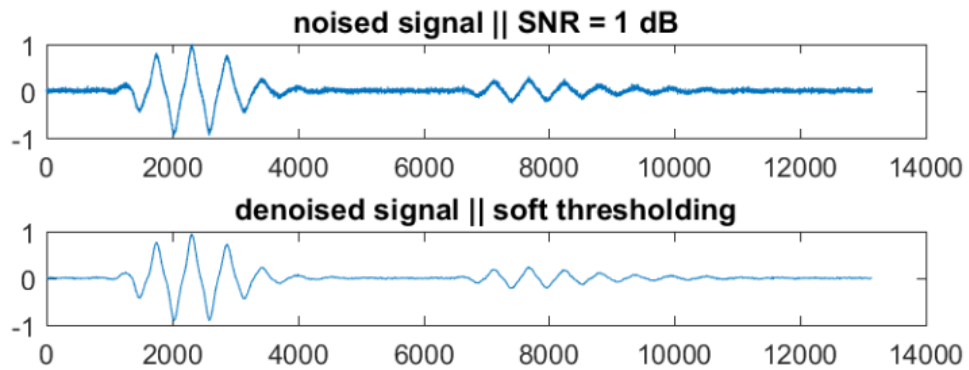
Gambar 4.9 Denoising dengan metode *Soft thresholding* dengan SNR input -3dB



Gambar 4.10 Denoising dengan metode *Soft thresholding* dengan SNR input -2dB



Gambar 4.11 Denoising dengan metode *Soft thresholding* dengan SNR input -1dB



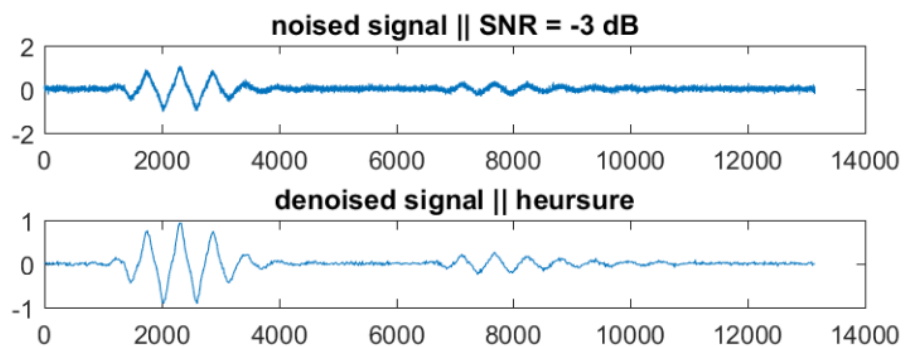
Gambar 4.12 Denoising dengan metode *Soft thresholding* dengan SNR input 1dB

4.6.2. Adapt Threshold (*Heursure threshold*)

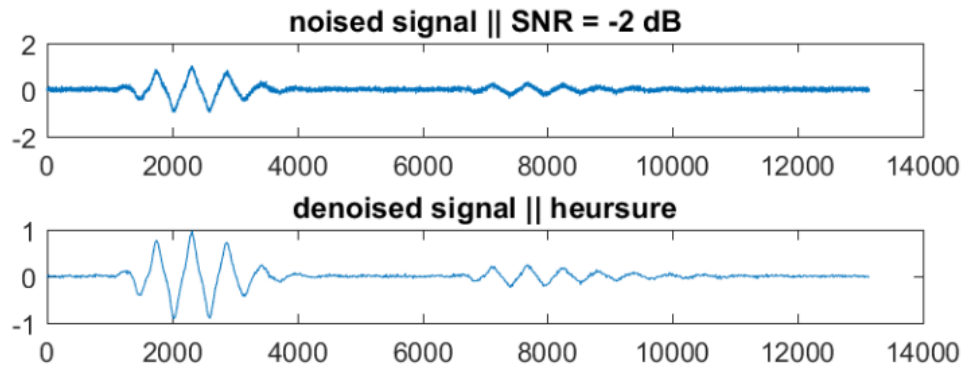
Threshold yang bisa secara adaptif mencari nilai *threshold* dengan menggunakan estimasi SURE jika koefisien-koefisiennya banyak yang sama apabila koefisien-koefisiennya sangat jarang digunakan pada *level* resolusi adalah *threshold global*. Setelah mendapatkan nilai *threshold* maka akan men-*denoising* sinyal dengan metode *hard thresholding*.

a. *Hard Thresholding*

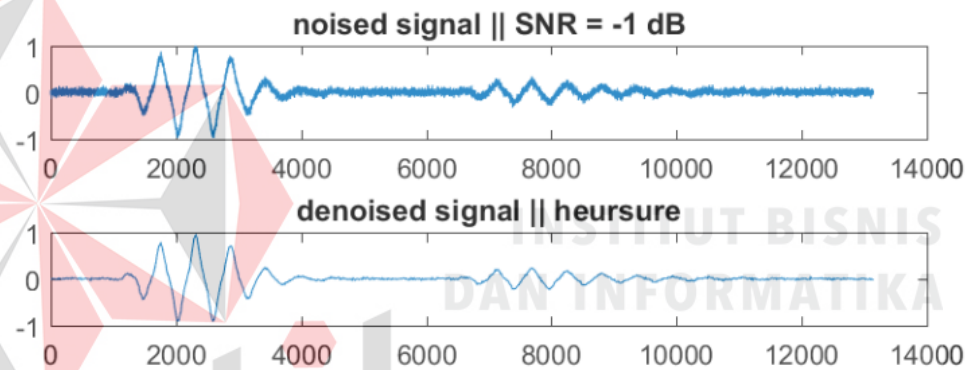
Denoising dilakukan setelah menambahkan *Gaussian noise* dengan SNR input yang berbeda-beda antara lain -3, -2, -1 dan 1 dB, dengan metode *hard thresholding* seperti pada gambar 4.13 sampai 4.16



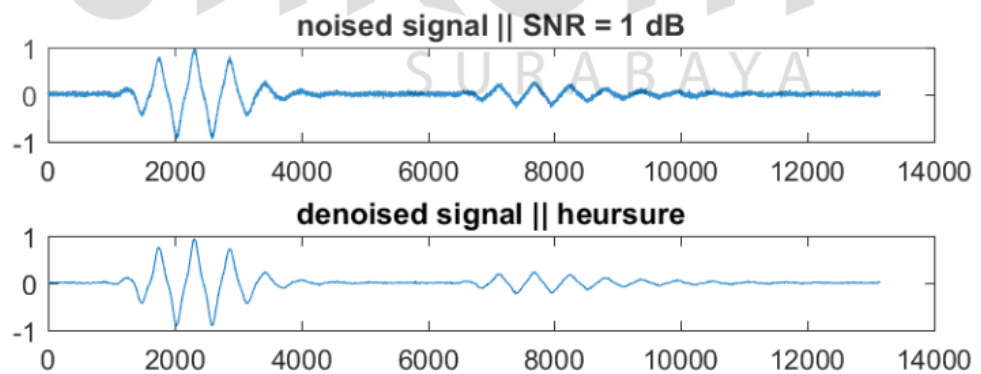
Gambar 4.13 Denoising dengan metode *Hard thresholding* dengan SNR input -3dB



Gambar 4.14 Denoising dengan metode *Hard thresholding* dengan SNR input -2dB



Gambar 4.15 Denoising dengan metode *Hard thresholding* dengan SNR input -1dB



Gambar 4.16 Denoising dengan metode *Hard thresholding* dengan SNR input 1dB

Tabel 4.3 *Threshold* yang didapatkan dari berbagai macam metode dan SNR

SNR input (-db)	<i>Global Thresholding</i>		<i>Adapt thresholding</i>
	<i>Hard Thresholding</i>	<i>Soft Thresholding</i>	<i>Hard Thresholding</i>
- 3	0.36007	0.35638	0.35841
- 2	0.28721	0.28729	0.28373
- 1	0.22759	0.22464	0.22584
1	0.14301	0.14301	0.14392

4.7 Hasil Pengujian Program Energi Normalisasi.

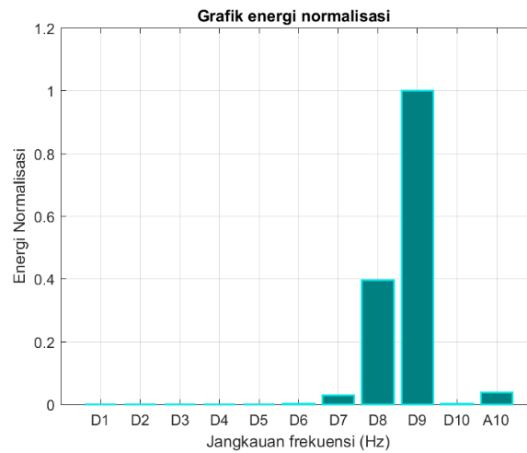
Hasil Pengujian Energi Normalisasi dengan menggunakan *Discreate Wavelet Transform* (DWT), dengan *mother wavelet daubechies* orde 2 dan orde 7. *Threshold rules* yang digunakan yaitu *global thresholding* dan *adapt thresholding*. Metode *denoising* dengan menggunakan *soft thresholding* dan *hard thresholding*. dengan sinyal yang telah ditambahkan noise dengan SNR input -3,-2,-1, dan 1 dB.

4.7.1 Hasil Program Energi *daubechies* orde 2

Energi Normalisasi menggunakan *mother wavelet daubechies* orde 2 dari hasil proses *denoising* dari sinyal yang telah ditambahkan *noise* dengan SNR input -3, -2, -1 dan 1 dB.

a. *Hard Thresholding*

Hasil Energi Normalisasi hasil *denoising* dengan *hard thresholding* dapat dilihat pada gambar 4.17 sampai gambar 4.20 , sedangkan pola yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 4.4 sampai tabel 4.7.

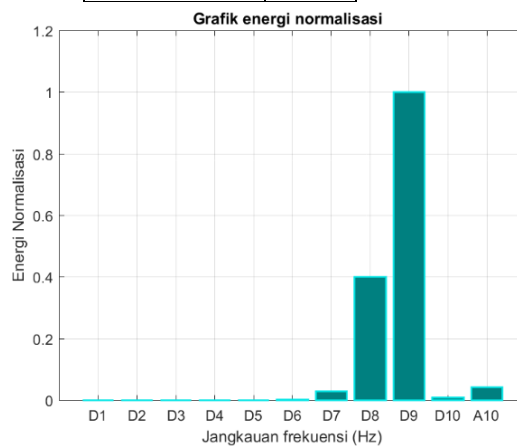


Gambar 4.17 Energi Normalisasi dengan SNR *input* -3dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.4 Pola energi normalisasi SNR *input* -3 dB

Nilai energi	level
1.6378e-10	D1
2.8698e-09	D2
3.4027e-08	D3
9.8229e-08	D4
0.00068878	D5
0.0024097	D6
0.028999	D7
0.39644	D8
1	D9
0.0029348	D10
0.037353	A10

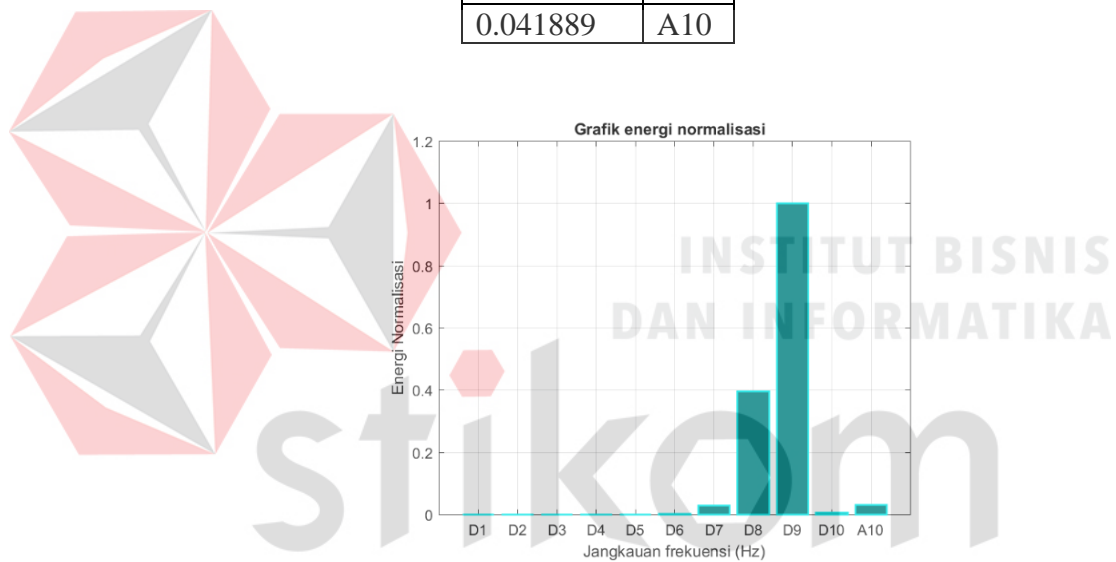


Gambar 4.18 Energi Normalisasi dengan SNR *input* -2dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.5 Pola energi normalisasi SNR *input* -2 dB

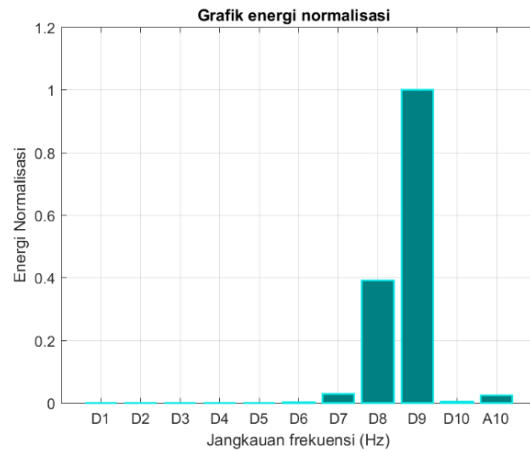
Nilai energi	level
2.0853e-11	D1
3.5592e-10	D2
6.7758e-09	D3
2.956e-08	D4
0.00041019	D5
0.0019688	D6
0.02775	D7
0.40033	D8
1	D9
0.0076723	D10
0.041889	A10



Gambar 4.19 Energi Normalisasi dengan SNR *input* -1dB
Pola yang didapatkan :

Tabel 4.6 Pola energi normalisasi SNR *input* -1 dB

Nilai energi	level
1.7314e-12	D1
1.6814e-11	D2
8.4542e-09	D3
1.014e-07	D4
0.00029573	D5
0.0020379	D6
0.02929	D7
0.39515	D8
1	D9
0.0067973	D10
0.031179	A10



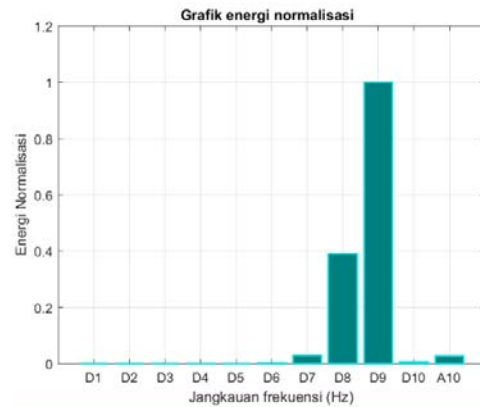
Gambar 4.20 Energi Normalisasi dengan SNR input 1dB
Pola yang didapatkan :

Tabel 4.7 Pola energi normalisasi SNR input 1 dB

Nilai energi	level
2.4204e-11	D1
4.3373e-	D2
5.508e-09	D3
1.6299e-08	D4
0.00015062	D5
0.0017471	D6
0.028513	D7
0.39258	D8
1	D9
0.0037238	D10
0.023455	A10

b. *Soft Thresholding*

Hasil Energi Normalisasi hasil *denoising* dengan *Soft thresholding* dapat dilihat pada gambar 4.21 sampai gambar 4.24 , sedangkan pola yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 4.8 sampai tabel 4.11.

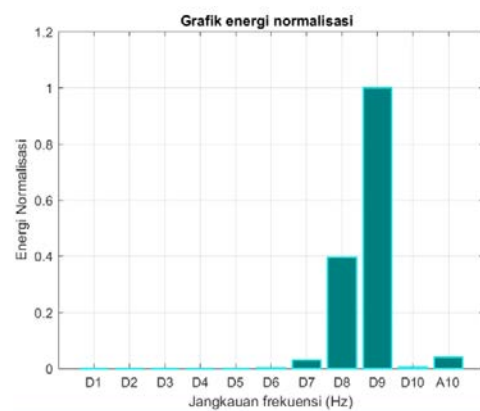


Gambar 4.21 Energi Normalisasi dengan SNR input -3dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.8 Pola energi normalisasi SNR input -3 dB

Nilai energi	level
1.2002e-11	D1
2.0971e-10	D2
4.1409e-09	D3
1.8527e-08	D4
0.0005421	D5
0.0023958	D6
0.029106	D7
0.39076	D8
1	D9
0.0049658	D10
0.02295	A10

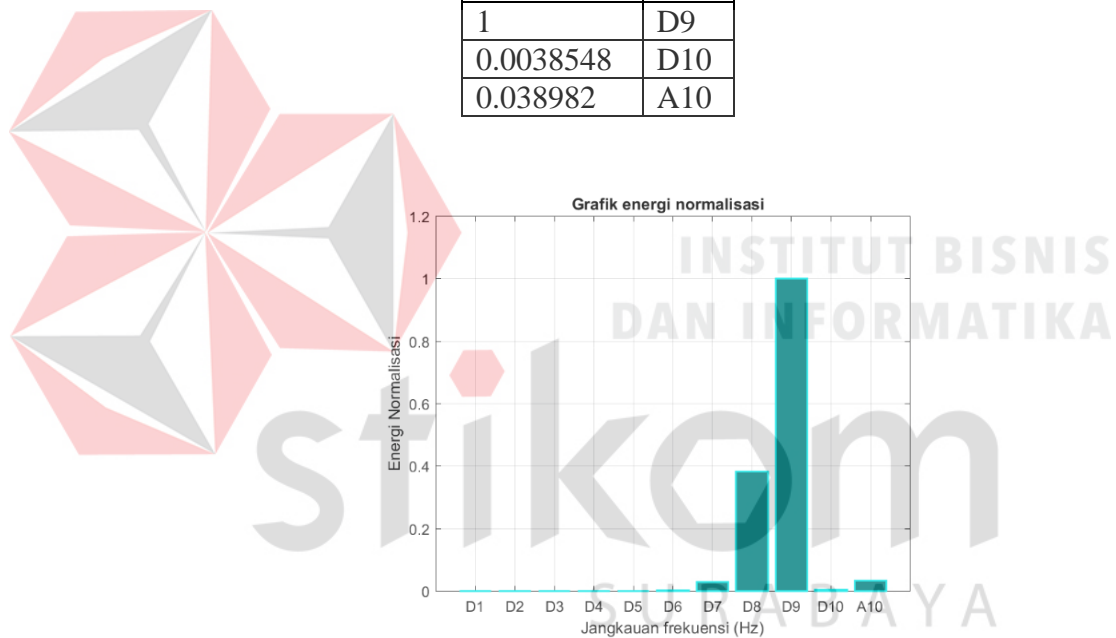


Gambar 4.22 Energi Normalisasi dengan SNR input -2dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.9 Pola energi normalisasi SNR input -2 dB

Nilai energi	level
3.2604e-10	D1
5.7369e-09	D2
6.9727e-08	D3
2.0312e-07	D4
0.00043779	D5
0.0018866	D6
0.028918	D7
0.39528	D8
1	D9
0.0038548	D10
0.038982	A10



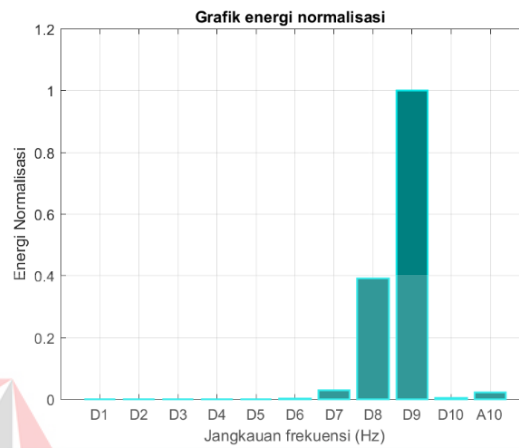
Gambar 4.23 Energi Normalisasi dengan SNR input -1dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.10 Pola energi normalisasi SNR input -1dB

Nilai energi	level
2.367e-10	D1
4.1967e-09	D2
4.8261e-08	D3
1.3657e-07	D4
0.00028582	D5
0.0018998	D6
0.028984	D7

0.38382	D8
1	D9
0.003293	D10
0.033466	A10



Gambar 4.24 Energi Normalisasi dengan SNR input 1dB
Pola yang didapatkan :

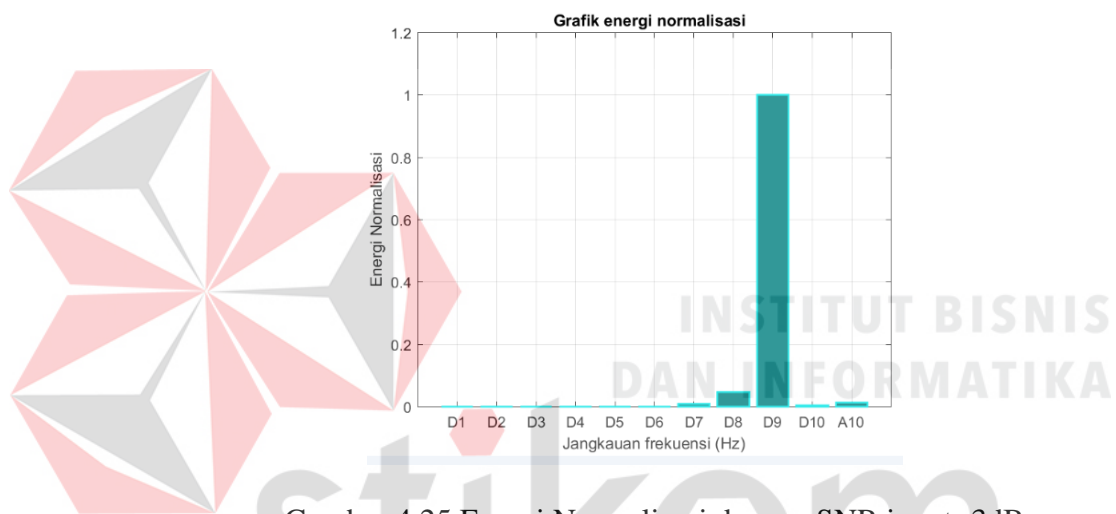
Tabel 4.11 Pola energi normalisasi SNR input 1 dB

Nilai energi	level
3.0135e-09	D1
3.5773e-10	D2
3.3661e-09	D3
1.0828e-08	D4
0.0001382	D5
0.0017784	D6
0.027992	D7
0.39111	D8
1	D9
0.004112	D10
0.023057	A10

4.7.2 Hasil Program Energi Daubechies Orde 7

a. *Hard Thresholding*

Hasil Energi Normalisasi Daubechies Orde 7 dengan *denoising Hard thresholding* dapat dilihat pada gambar 4.25 sampai gambar 4.28, sedangkan pola yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 4.12 sampai tabel 4.15.

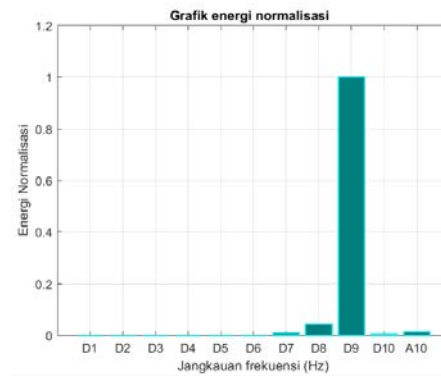


Gambar 4.25 Energi Normalisasi dengan SNR input -3dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.12 Pola energi normalisasi SNR input -3 dB

Nilai energi	level
1.402e-12	D1
6.2352e-11	D2
1.75e-09	D3
1.8934e-07	D4
0.0004735	D5
0.00062899	D6
0.0076742	D7
0.046621	D8
1	D9
0.0031604	D10
0.012641	A10

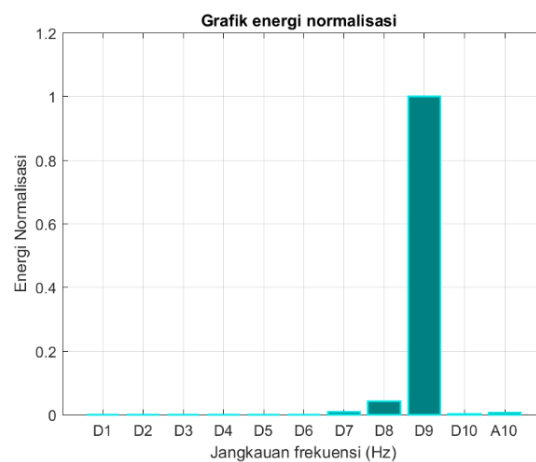


Gambar 4.26 Energi Normalisasi dengan SNR input -2dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.13 Pola energi normalisasi SNR input -2 dB

Nilai energi	level
2.0241e-11	D1
3.0137e-10	D2
1.0374e-08	D3
2.1905e-07	D4
0.00027543	D5
0.00043644	D6
0.0079021	D7
0.042472	D8
1	D9
0.0033492	D10
0.01394	A10

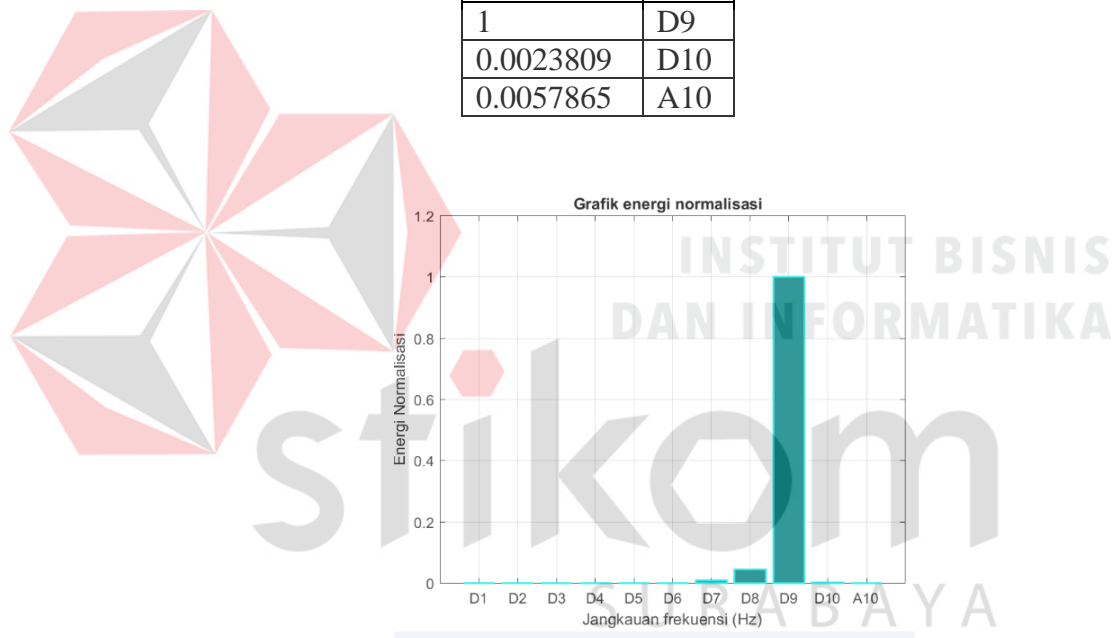


Gambar 4.27 Energi Normalisasi dengan SNR input -1dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.14 Pola energi normalisasi SNR input -1 dB

Nilai energi	level
2.0996e-12	D1
6.1234e-11	D2
1.7526e-09	D3
7.4618e-08	D4
0.00017515	D5
0.00036108	D6
0.0079401	D7
0.043376	D8
1	D9
0.0023809	D10
0.0057865	A10



Gambar 4.28 Energi Normalisasi dengan SNR input 1dB

Pola yang didapatkan :

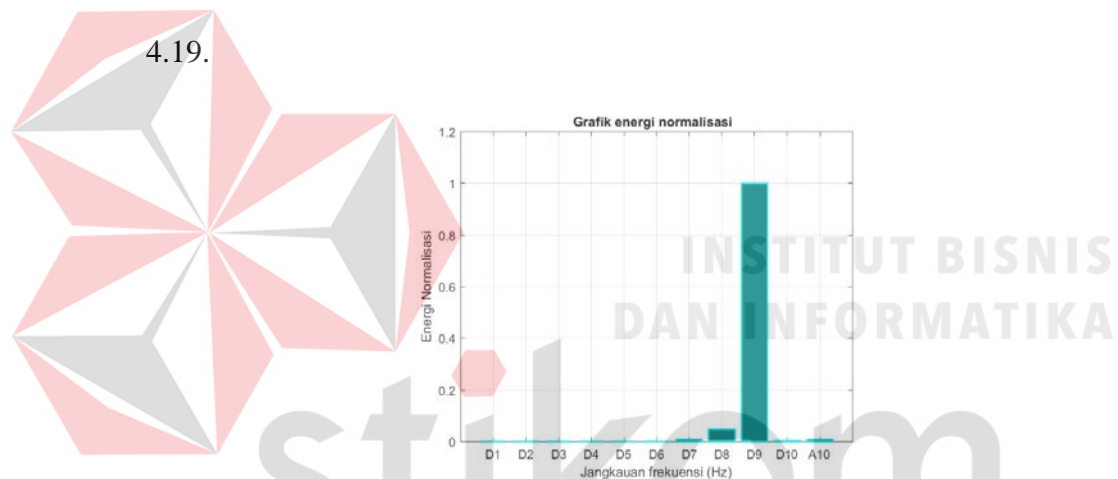
Tabel 4.15 Pola energi normalisasi SNR input 1dB

Nilai energi	level
1.2997e-14	D1
1.2251e-11	D2
2.4482e-10	D3
8.1088e-09	D4
7.0055e-05	D5
0.00019613	D6
0.0076972	D7

0.04369	D8
1	D9
0.0030059	D10
0.0004145	A10

b. *Soft Thresholding*

Hasil Energi Normalisasi Daubechies Orde 7 dengan *denoising Soft thresholding* dapat dilihat pada gambar 4.29 sampai gambar 4.32, sedangkan pola yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 4.16 sampai tabel

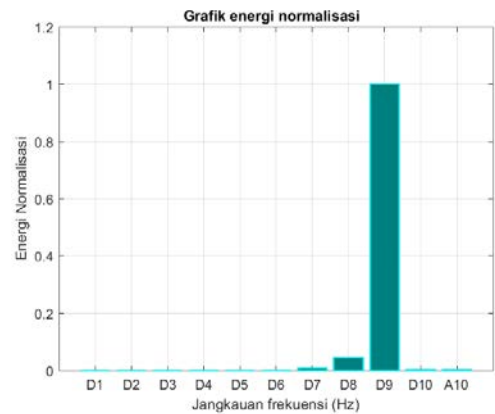


Gambar 4.29 Energi Normalisasi dengan SNR input -3dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.16 Pola energi normalisasi SNR input -3 dB

Nilai energi	level
2.2538e-11	D1
1.2339e-10	D2
8.8892e-09	D3
4.1599e-07	D4
0.00041359	D5
0.00054666	D6
0.007933	D7
0.04567	D8
1	D9
0.003184	D10
0.009475	A10

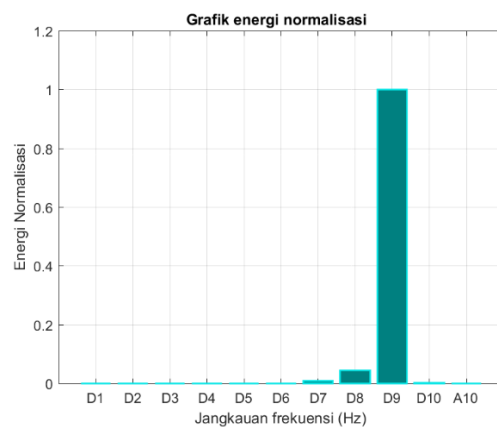


Gambar 4.30 Energi Normalisasi dengan SNR input -2dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.17 Pola energi normalisasi SNR input -2 dB

Nilai energi	level
3.4645e-15	D1
1.3553e-12	D2
9.3058e-11	D3
1.6862e-08	D4
0.00027713	D5
0.00035851	D6
0.0076837	D7
0.044712	D8
1	D9
0.0028721	D10
0.0017409	A10

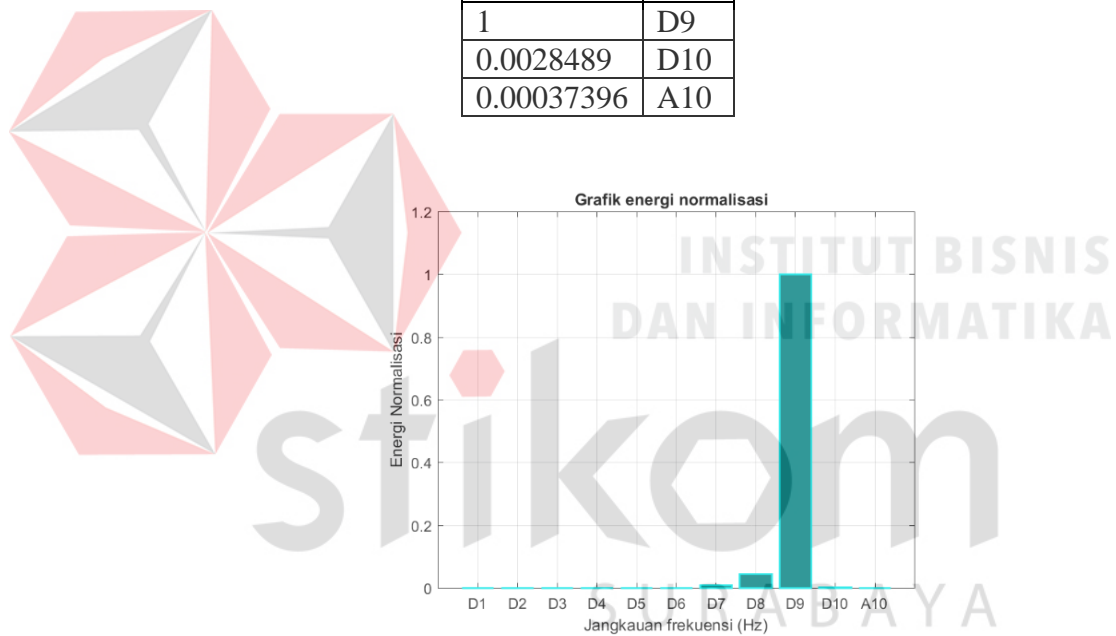


Gambar 4.31 Energi Normalisasi dengan SNR input -1dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.18 Pola energi normalisasi SNR input -1 dB

Nilai energi	level
2.2401e-12	D1
2.8711e-11	D2
1.4465e-09	D3
1.0897e-07	D4
0.00015749	D5
0.00033421	D6
0.0077667	D7
0.044271	D8
1	D9
0.0028489	D10
0.00037396	A10



Gambar 4.32 Energi Normalisasi dengan SNR input 1dB

Pola yang didapatkan :

Tabel 4.19 Pola energi normalisasi SNR input 1dB

Nilai energi	level
4.4265e-13	D1
6.3915e-09	D2
3.0273e-10	D3
1.1478e-08	D4
6.4022e-05	D5
0.00022415	D6
0.0076758	D7

0.043539	D8
1	D9
0.0024273	D10
0.00027611	A10

4.8 Hasil Program *Signal to Noise Ratio* (SNR)

SNR merupakan metode untuk mengukur kekuatan sinyal terhadap *noise*, yang berarti bahwa semakin besar nilai SNR output dari SNR input maka akan semakin baik hasil *denoising* tersebut. Pengujian SNR dilakukan pada metode *soft thresholding*, *hard thresholding* dan *adapt thresholding*, dengan *noise* dengan SNR *input* -3,-2,-1 dan 1 dB. Hasil SNR *output* pada tabel 4.20 merupakan hasil rata-rata dari 100 kali percobaan.

Tabel 4.20 Hasil SNR *output*

SNR <i>input</i> (dB)	SNR <i>output</i> (dB)		
	<i>Hard</i>	<i>Soft</i>	<i>Adapt</i>
-3	8.4862	8.8815	8.7878
-2	10.6684	10.8788	10.8553
-1	12.5698	12.865	12.7587
1	16.5488	16.8664	16.6526

Pada tabel 4.20 hasil SNR *output* yang didapatkan lebih besar dari SNR *input*, menunjukkan bahwa keberhasilan *denoising* terbilang bagus, karena perbedaan cukup signifikan dari SNR *input* dan SNR *output*.

4.9 Hasil Program *Mean Square Error* (MSE)

MSE menghitung seberapa besar pergeseran data antara sinyal sumber dan sinyal hasil keluaran, dimana sinyal sumber dan sinyal hasil keluaran memiliki

ukuran yang sama. Nilai MSE yang baik adalah mendekati 0 ($MSE \approx 0$).

Hasil MSE pada tabel 4.21 merupakan hasil rata-rata dari 100 kali percobaan.

Tabel 4.21 Hasil perhitungan MSE

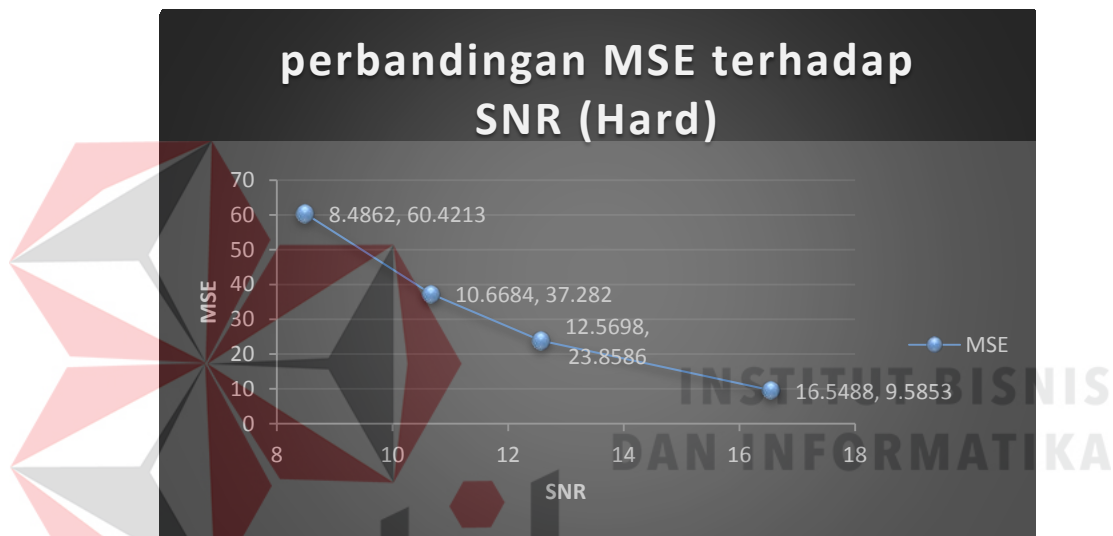
SNR <i>input</i> (dB)	MSE		
	<i>Hard</i>	<i>Soft</i>	<i>Adapt</i>
-3	60.4213	59.8796	60.3049
-2	37.282	36.2463	37.5992
-1	23.8586	22.5069	23.9342
1	9.5853	9.1993	9.5126

Pada tabel 4.21 perbandingan antara SNR *input* dengan MSE, semakin kecil nilai SNR *input* maka akan mendapatkan hasil MSE yang tinggi, dikarenakan jika SNR *input* kecil, maka *noise* yang dihasilkan semakin besar, ini membuat pergeseran data antara sinyal yang ditambahkan *noise* dengan sinyal yang telah di *denoising* memiliki pergeseran yang cukup banyak, ini yang menyebabkan nilai MSE semakin tinggi. Dan sebaliknya jika SNR *input* besar, maka *noise* yang dihasilkan semakin kecil, ini membuat pergeseran data antara sinyal yang ditambahkan *noise* dengan sinyal yang telah di *denoising* memiliki pergeseran yang kecil, ini yang menyebabkan nilai MSE semakin kecil.

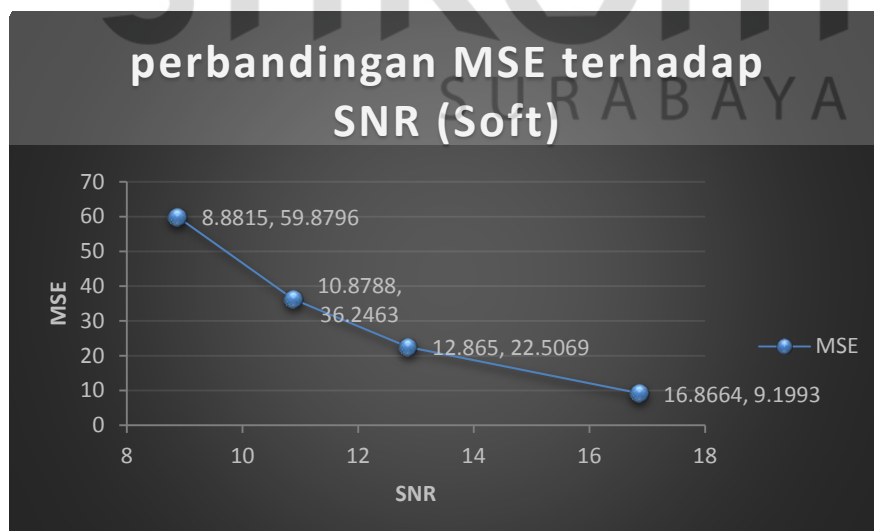
Pada tabel 4.21 juga terlihat Semakin besar nilai SNR *input* , maka MSE tiap metode menghasilkan nilai MSE yang terus mengecil, ini menunjukkan keberhasilan proses denoising.

4.10 Hasil Perbandingan SNR terhadap MSE

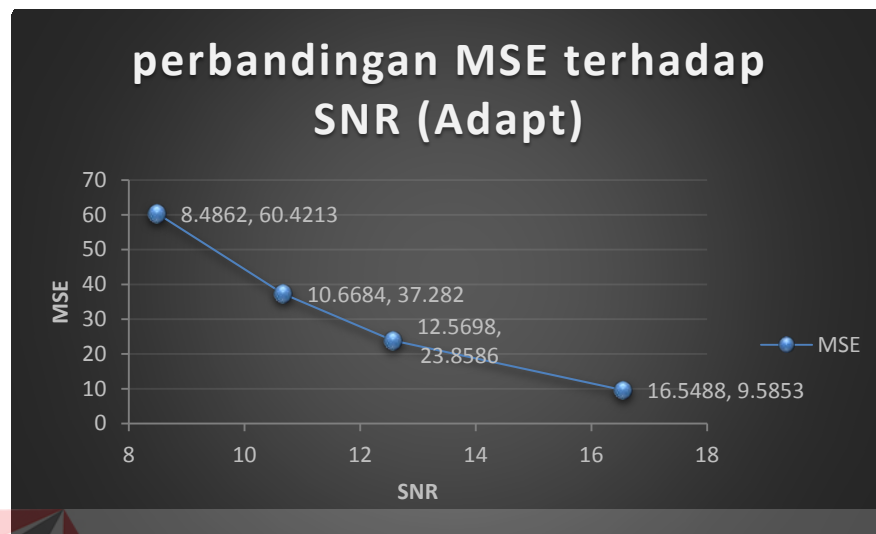
Hasil dari program SNR dan MSE akan di *plot* pada grafik, guna melihat proses *denoising* telah berjalan sesuai rumus dan teori yang ada. Pada Gambar 4.34 sampai gambar 4.35 terlihat grafik perbandingan MSE terhadap SNR semakin mengecil menunjukkan proses program *denoising*.



Gambar 4.33 Grafik perbandingan MSE terhadap SNR pada metode *Hard Thresholding*



Gambar 4.34 Grafik perbandingan MSE terhadap SNR pada metode *Soft Thresholding*



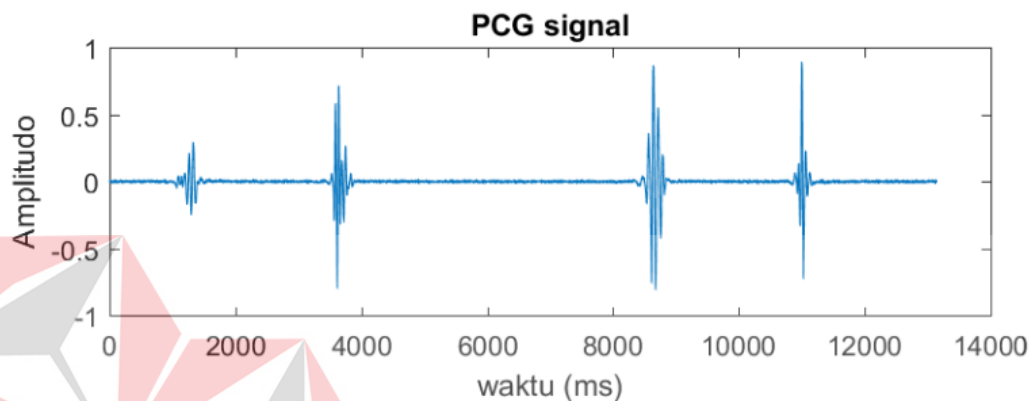
Gambar 4.35 Grafik perbandingan MSE terhadap SNR pada metode *Adapt Thresholding*

Dari ketiga proses *denoising* dapat disimpulkan metode yang memiliki hasil *denoising* yang baik pada sinyal PCG database bersih adalah pencarian nilai *threshold* berdasarkan *global thresholding* dan *denoising* menggunakan *soft thresholding*.

4.11 Uji Coba Pada Sinyal PCG *Real*

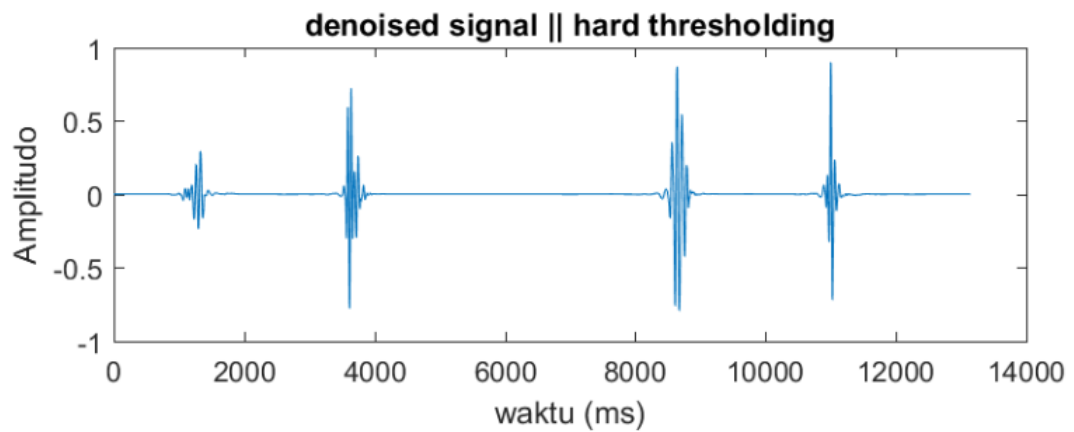
Keberhasilan proses *denoising* akan di uji coba data sinyal PCG *real*. Data sinyal PCG diambil dari penelitian yang telah dilakukan anggi tiara citra. Pada proses ini data yang di ambil adalah sinyal yang sudah terdapat *noise*, maka pada percobaan ini penambahan *Gaussian noise* tidak perlu dilakukan lagi. Proses *denoising* di uji coba berdasarkan pencarian nilai *threshold* dengan menerapkan *thresholding rules* yang terdiri dari *global thresholding* dan *level dependent thresholding*, setelah didapatkan nilai *threshold* maka akan dilakukan proses *denoising* dengan metode *hard* dan *soft thresholding*. Uji coba juga dilakukan

pada perhitungan nilai energi normalisasi dan energi dekomposisi serta memvisualisasikan dalam bentuk grafik bar. Pada gambar 4.36 merupakan sinyal PCG *real* yang sudah terdapat noise.

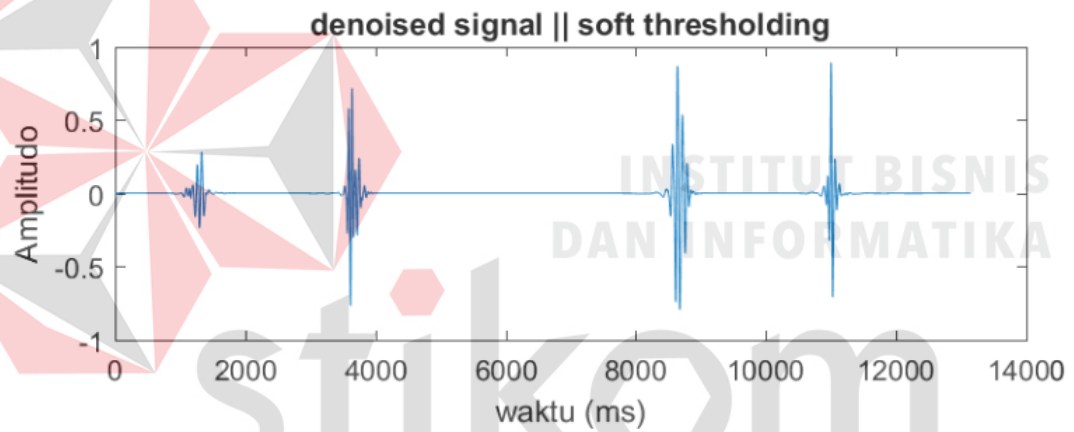


Gambar 4.36 sinyal suara jantung PCG *real*

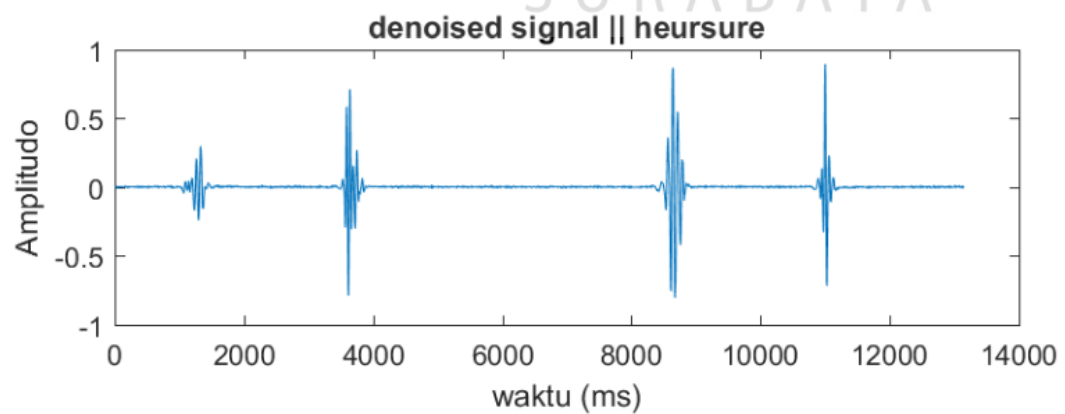
Pada gambar 4.36 merupakan sinyal yang akan di *denoising* menggunakan metode *adaptive thresholding*. Pada uji coba ini nilai *threshold* akan didapatkan dari karakteristik sinyal dan *noise* secara otomatis dihapus. Setelah nilai *threshold* didapatkan, proses selanjutnya akan melakukan proses *denoising*. Pada gambar 4.37 pencarian nilai *threshold* dengan *global thresholding* dan *denoising* menggunakan metode *hard thresholding*, sedangkan pada gambar 4.38 merupakan pencarian nilai *threshold* dengan *global thresholding* dan *denoising* menggunakan metode *soft thresholding* dan gambar 4.39 pencarian nilai *threshold* dengan metode *level dependent thresholding* dengan *denoising* menggunakan *hard thresholding*.



Gambar 4.37 *denoised signal* dengan *hard thresholding*



Gambar 4.38 *denoised signal* dengan *soft thresholding*



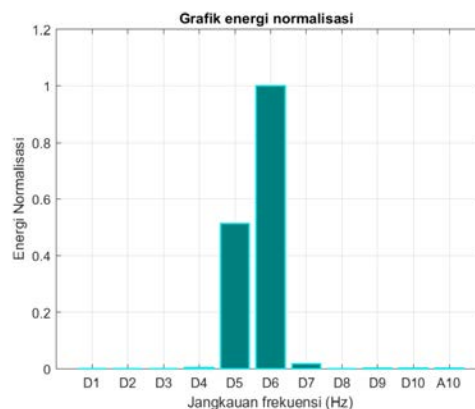
Gambar 4.39 *denoised signal* dengan *level dependent thresholding*.

Dari beberapa metode yang dilakukan berikut adalah ringkasan nilai yang didapatkan yang ditabelkan pada tabel 4.22.

Tabel 4.22. Hasil uji coba sinyal PCG *real*

Nilai yang didapatkan	<i>Global Thresholding</i>		<i>Level Dependent Thresholding</i>
	<i>Hard Thresholding</i>	<i>Soft thresholding</i>	<i>Hard Thresholding</i>
<i>Threshold</i>	0.14627	0.14627	0.14627
SNR	23.0521	24.1283	21.9471
MSE	0.48954	0.3825	0.61152

Dari ketiga metode yang digunakan, hasil *denoising* yang baik adalah metode *global thresholding* dan *denoising* menggunakan *soft thresholding* memiliki hasil *denoising* yang baik dikarenakan memiliki nilai SNR terbesar dan nilai MSE terkecil. Proses selanjutnya adalah menghitung energi dekomposisi dan energi normalisasi. Pada gambar 4.40 dan tabel 4.23 merupakan hasil proses energi dekomposisi dan energi normalisasi dengan *mother wavelet daubechies* orde 7.



Gambar 4.40 grafik energi normalisasi Sinyal PCG *real*

Tabel 4.23 hasil energi normalisasi Sinyal PCG *real*

Energi normalisasi	Level
8.1562e-16	D1
2.1096e-09	D2
3.2361e-05	D3
0.0044194	D4
0.51156	D5
1	D6
0.018456	D7
0.00061402	D8
0.00114	D9
0.0013708	D10
0.0029072	A10

Dari uji coba yang dilakukan pada sinyal PCG *real* dapat disimpulkan dari 10 level dekomposisi energi tertinggi terletak pada level 6 dekomposisi (D6) yang memiliki range frekuensi 62,5Hz- 125Hz.

