

Aplikasi Transformasi Wavelet Untuk Menghilangkan Derau Pada Sinyal Peluahan Sebagian

Swastiti Vinana Sari¹, Achmad Hidayatno², Abdul Syakur²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Abstrak-Beberapa teknik yang biasa digunakan untuk menghilangkan derau (denoising) pada sinyal antara lain analisis sinyal dalam kawasan waktu (Shanon), kawasan frekuensi (Fourier), STFT (Gabor). Meskipun dengan STFT telah diperoleh representasi sinyal dalam domain frekuensi dan waktu secara bersamaan, namun terdapat masalah ketajaman (resolution) yang dikenal dengan prinsip ketidakpastian. Menurut prinsip ketidakpastian tersebut tidak dapat diketahui dengan tepat, representasi frekuensi - waktu dari suatu sinyal, dalam pengertian tidak dapat diketahui dengan akurat komponen frekuensi berapa saja yang terdapat pada suatu waktu. Informasi yang mungkin untuk diketahui adalah informasi pada rentang waktu yang mana terdapat rentang frekuensi tertentu. Wavelet dengan analisis multiresolusi dapat memecahkan permasalahan resolusi karena kemampuannya dalam menganalisis sinyal dalam berbagai resolusi, sehingga sinyal dapat dianalisis lebih detail.

Peluhan sebagian atau yang biasa dikenal sebagai Partial Discharge (PD) menyebabkan penurunan isolasi material dan mempengaruhi umur dari peralatan dan kabel tegangan tinggi. Untuk itu, sangat penting untuk mengetahui karakteristik PD suatu isolasi. Pengukuran yang dipengaruhi interferensi elektromagnetik akan menjadikan deteksi sinyal peluahan sebagian menjadi sangat sulit karena banyak menimbulkan derau.

Dalam tugas akhir ini dibangun sebuah sistem yang membantu dalam memperbaiki kualitas pendeteksian peluahan sebagian menggunakan teknik Wavelet untuk menghilangkan derau yang didapat selama pengukuran. Kualitas sinyal hasil denoising dapat dibandingkan dengan mengacu pada SNR, dimana pada tugas akhir ini SNR terbaik dimiliki oleh wavelet Haar dan Sym1.

Kata Kunci : Wavelet, derau, peluahan sebagian.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan mengakuisisi data adalah agar data hasil akuisisi, dapat dianalisis lebih lanjut. Namun dalam sistem akuisisi, seringkali ada derau (*noise*) yang datang dari berbagai macam sumber yang merusak kualitas data di penerima, akibatnya seringkali informasi yang

diharapkan tidak sesuai. Pada dasarnya derau tersebut dapat dihilangkan. Begitu juga derau yang terdapat dalam tugas akhir ini yang mengakibatkan penerimaan sinyal menjadi jelek, hal ini dapat diketahui dari hasil penerimaan sinyal *partial discharge* yang masih berderau sehingga menyulitkan dalam pendeteksiannya.

Secara umum, teknik utama untuk menghilangkan derau dari sinyal peluahan sebagian bisa diwujudkan dengan domain waktu atau dalam domain frekuensi (dengan menggunakan transformasi *Fourier* untuk merekam kejadian peluahan sebagian ketika peluahan sebagian dan derau dihadirkan dalam karakteristik frekuensi yang berbeda). Namun ketika sinyal diproses dalam domain frekuensi, informasi domain waktu menjadi hilang. Untuk mengatasi kelemahan tersebut sehingga dikembangkan transformasi *Wavelet* yang dapat menyediakan informasi dalam domain waktu dan frekuensi.

1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini ialah mengaplikasikan program transformasi *Wavelet* untuk menghilangkan derau pada sinyal peluahan sebagian.

1.3 Batasan Masalah

Pembuatan tugas akhir ini ditekankan pada hal-hal berikut:

1. Sumber derau yang dihilangkan berasal dari alat akuisisi.
2. Tidak membahas peluahan sebagian/*partial discharge* secara mendetail.
3. Tidak membahas teknik-teknik *denoising* (selain *Wavelet*) secara mendetail.
4. Tipe-tipe *Wavelet* terhadap hasil *denoising*.
5. Perhitungan SNR.
6. Tidak membahas teknik pengukuran.
7. Tidak membahas stabilitas sistem.
8. Program simulasi ini menggunakan pemrograman Matlab 7.

II. DASAR TEORI

2.1 Derau (*Noise*)^[1]

Penerimaan sinyal dalam suatu sistem dapat dirusak oleh derau (*noise*), yang mungkin berasal dari bermacam-macam sumber. Misalnya, sistem alat ukur

yang deranya disebabkan oleh rangkaian alat ukur yang tidak benar, yang pada prinsipnya bisa diperbaiki.

Begitu juga derau yang terdapat dalam tugas akhir ini yang mengakibatkan penerimaan sinyal menjadi jelek, hal ini dapat diketahui dari hasil penerimaan sinyal *partial discharge* yang berderau sehingga menyulitkan dalam pendeteksiannya.

2.2 Peluahan Sebagian (Partial Discharge Atau PD)^[2]

Definisi dari peluahan sebagian atau *partial discharge* yang disingkat PD menurut **Dieter Kind, Herman K,** dan **Aris Munandar** adalah peluahan listrik yang hanya menjembatani sebagian isolasi di antara konduktor dan yang mungkin terjadi dekat dengan konduktor. Sedangkan menurut **G.J. Paoletti dan A. Golubev** menyebutkan bahwa *partial discharge* adalah pulsa listrik atau peluahan pada *void* yang berisi gas atau pada suatu permukaan dielektrik suatu sistem isolasi padat maupun cair yang hanya sebagian menjembatani gap antara isolasi fasa ke *ground*, atau fasa ke fasa isolasi.

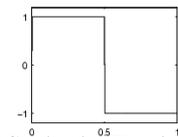
2.3 Teori Wavelet^[6]

Kata *Wavelet* dikemukakan oleh Morlet dan Grossmann pada awal tahun 1980. Dalam bahasa Prancis *ondelette* yang berarti gelombang kecil. Dan setelah itu dalam bahasa Inggris kata *onde* diganti menjadi *wave* sehingga menjadi *Wavelet*.

2.4 Tipe Wavelet^[7]

2.4.1 Wavelet Haar

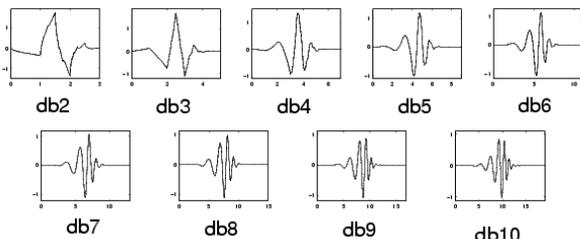
Wavelet Haar adalah *Wavelet* yang paling tua dan sederhana. *Wavelet Haar* sama dengan *Wavelet Db1* (*Daubechies* orde 1). Panjang tapis *Wavelet Haar* adalah 2.



Gambar 2.1 Wavelet Haar

2.4.2 Wavelet Daubechies

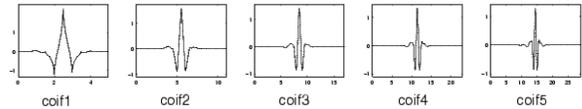
Wavelet Daubechies memiliki nama pendek *Db*, dan untuk orde N dituliskan dengan *dbN*. Orde *Wavelet Daubechies* adalah N=1 atau *Haar*, N=2,..., N=45. Panjang tapis *Wavelet daubechies* adalah 2N.



Gambar 2.2 Wavelet Daubechies

2.4.3 Wavelet Coiflet

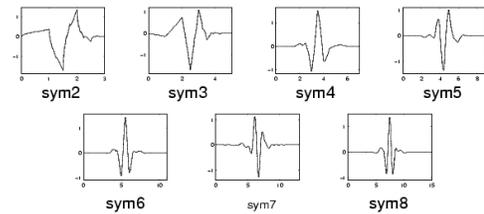
Wavelet Coiflet memiliki nama pendek *Coif*, dan untuk orde N dituliskan dengan *CoifN*. Panjang tapis *Wavelet Coiflet* adalah 6N.



Gambar 2.3 Wavelet Coiflet

2.4.4 Wavelet Symlet

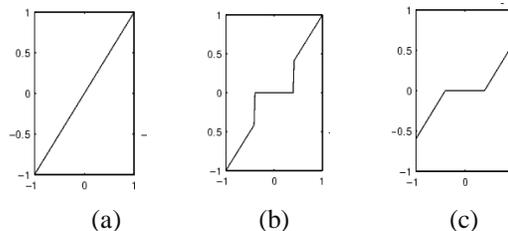
Wavelet Symlet memiliki nama pendek *sym*, untuk orde N dituliskan dengan *SymN*. *Wavelet Symlet* memiliki orde N=2,...,45. Panjang tapis untuk *Wavelet Symlet* adalah 2N.



Gambar 2.4 Wavelet Symlet

2.5 Pengambangan (Thresholding)^[18]

Dua aturan umumnya digunakan untuk *thresholding* koefisien *Wavelet* adalah *thresholding* lunak dan keras. Bila λ menyatakan ambang/*threshold* maka sinyal *threshold hard* (keras) adalah:



Gambar 2.5 (a) Sinyal asli (b) Sinyal hasil *thresholding* keras (c) Sinyal hasil *thresholding* lunak

2.6 Tapis Wavelet

Wavelet dibentuk menggunakan tapis-tapis FIR *low-pass* dan *high-pass*. Keluaran dari tapis-tapis *low-pass* dan *high-pass* ini dapat dinyatakan secara matematis oleh:

$$y_{HP}[k] = \sum u[m] \cdot g[2k - m] \dots\dots\dots(2.1)$$

$$y_{LP}[k] = \sum u[m] \cdot h[2k - m] \dots\dots\dots(2.2)$$

Invers DWT kemudian digunakan untuk membangun kembali sinyal ke sinyal asli dengan tidak kehilangan informasi.

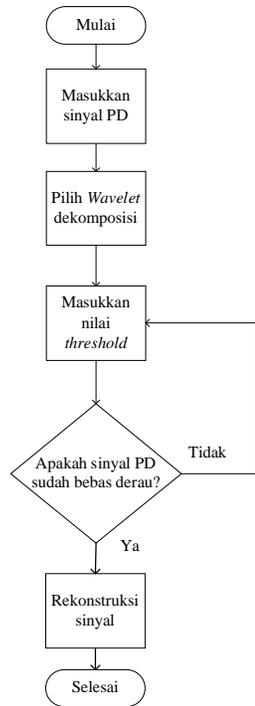
Keluaran dari tapis-tapis *low-pass* dan *high-pass* dalam tahap rekonstruksi sinyal dapat dinyatakan oleh:

$$u[m] = \sum \sim \sim \{y_{HP}(k) \cdot g[2k - m] + y_{LP}(k) \cdot h[2k - m]\} \dots\dots(2.3)$$

III. PERANCANGAN PROGRAM

3.1 Diagram Alir

Secara garis besar perangkat lunak yang akan dirancang memiliki diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penghilangan derau pada sinyal

3.2 Dekomposisi

Pada proses dekomposisi menggunakan 12 jenis *wavelet* yaitu *Haar* (sama dengan *Db1*, *Db2*, *Db3*, *Db4*, *Sym1*, *Sym2*, *Sym3*, *Sym4*, *Coif1*, *Coif2*, *Coif3* dan *Coif4*. *Level* dekomposisi maksimal tiap *wavelet* berbeda-beda. *Level* dekomposisi maksimal tiap *wavelet* dapat dicari dengan perintah $l = wmaxlev(s,w)$. s merupakan panjang sinyal dan w merupakan tipe *wavelet*.

3.3 Pengambangan (Thresholding)

Pengambangan dilakukan untuk setiap *level* dari 1 sampai 11, dengan menerapkan dua *mode thresholding* yaitu *hard thresholding* dan *soft thresholding*. Metode yang dilakukan adalah dengan mengatur *thresholding* dengan dasar kasus-perkasus. Pemilihan pengambangan ini bersifat kritis, jika *threshold* terlalu kecil atau terlalu besar akan mengakibatkan derau tidak hilang secara sempurna. *Thresholding* yang kurang tepat akan menyebabkan hasil *denoising* yang tidak memuaskan atau distorsi yang cukup besar.

3.4 Denoising

Proses *denoising* akan melakukan proses penghilangan derau, kemudian akan direkonstruksi kembali sinyal, setelah terlebih dahulu di-*thresholding*.

3.5 Perhitungan Signal to Noise Ratio (SNR)

Pada Tugas Akhir ini digunakan 2 macam kriteria penilaian sinyal, yaitu SNR dan membandingkan sinyal. Pada proses perbandingan kriteria pemilihan sinyal, sinyal yang dibandingkan adalah sinyal masukan

dengan sinyal hasil *denoising*. Berikut rumus perbandingan daya sinyal terhadap daya derau:

$$S/N = 10 \log \text{ dB} \dots\dots\dots(3.1)$$

IV. PENGUJIAN

4.1 Parameter Level Dekomposisi

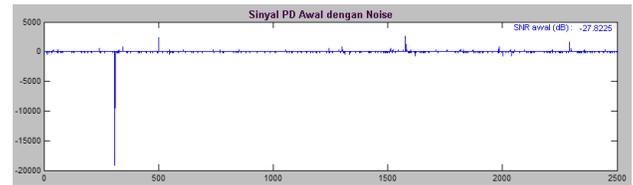
Penentuan *level* dekomposisi merupakan tahap coba-coba untuk mendapatkan hasil terbaik, setelah *level* dekomposisi ditentukan, langkah selanjutnya adalah menentukan besar *thresholding* yang merupakan tahapan yang kritis jika nilainya terlalu kecil akan mengakibatkan derau tidak hilang secara sempurna sedangkan jika nilai yang diberikan terlalu besar akan mengakibatkan penurunan SNR. Sebagai sinyal uji akan digunakan sinyal uji 5kv90_11. Metode pengamatan yang digunakan adalah dengan membandingkan SNR terbaik per *level* dekomposisi.

Pengamatan yang dilakukan adalah dengan menggunakan dekomposisi maksimal tiap *Wavelet* yaitu, untuk *Wavelet Haar* dengan *level* dekomposisi maksimalnya adalah 11 *level*, untuk *Wavelet Db2* dengan *level* dekomposisi maksimalnya adalah 9 *level*, untuk *Wavelet Sym3* dengan *level* dekomposisi maksimalnya adalah 8 *level* dan untuk *Wavelet Coif3* dengan *level* dekomposisi maksimalnya adalah 7 *level*.

Dekomposisi 11 Level

Wavelet Haar dengan Level Dekomposisi Maksimal 11.

Pertama-tama *load* sinyal 5kv90_11, kemudian akan terlihat seperti pada gambar di bawah ini.

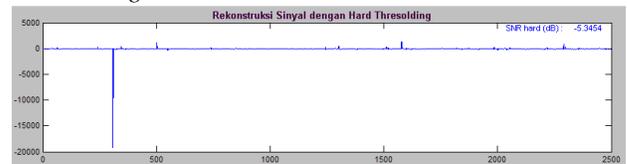


Gambar 4.1 Sinyal 5kv90_11 berderau

Dapat dilihat pada gambar di atas sinyal PD sebelum di-*denoising* masih berderau.

Dekomposisi level 1

Langkah berikutnya dilakukan *denoising* dengan *Wavelet Haar* dengan dekomposisi *level* 1 dengan nilai *thresholding* 3927.

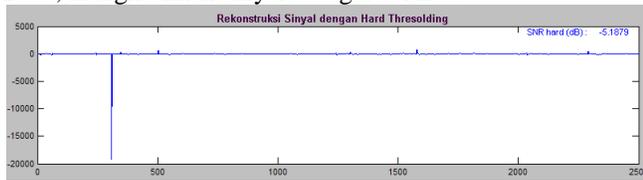


Gambar 4.2 Dekomposisi Haar level 1

Denoising dengan *Wavelet Haar* dengan dekomposisi *level* 1 tampak derau sudah mulai berkurang.

Dekomposisi *Level 2*

Dekomposisi pada *level 2* dengan nilai *threshold* 2099, menghasilkan sinyal sebagai berikut.

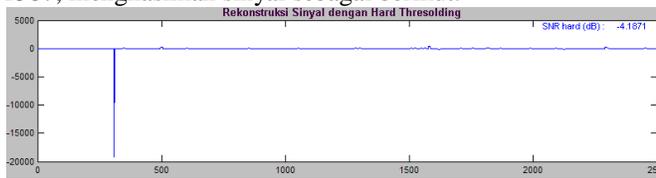


Gambar 4.3 Dekomposisi *Haar level 2*

Dekomposisi pada *level 2* memperlihatkan derau yang semakin berkurang dibandingkan dengan dekomposisi *level 1*

Dekomposisi *Level 3*

Dekomposisi pada *level 3* dengan nilai *threshold* 1587, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.4 Dekomposisi *Haar level 3*

Dekomposisi pada *level 3* memperlihatkan derau yang semakin berkurang dibandingkan dengan dekomposisi *level 2*.

Dekomposisi *Level 4*

Dekomposisi pada *level 4* dengan nilai *threshold* 1531, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.5 Dekomposisi *Haar level 4*

Dekomposisi pada *level 4* memperlihatkan derau yang semakin berkurang dibandingkan dengan dekomposisi *level 3*.

Dekomposisi *Level 5*

Dekomposisi pada *level 5* dengan nilai *threshold* 1065, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.6 Dekomposisi *Haar level 5*

Pada dekomposisi *level 5* sinyal sudah semakin halus.

Dekomposisi *Level 6*

Dekomposisi pada *level 6* dengan nilai *threshold* 1137, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.7 Dekomposisi *Haar level 6*

Dekomposisi pada *level 6* memperlihatkan sinyal yang semakin halus dibandingkan *level 5*.

Dekomposisi *Level 7*

Dekomposisi pada *level 7* dengan nilai *threshold* 1326, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.8 Dekomposisi *Haar level 7*

Dekomposisi *Level 8*

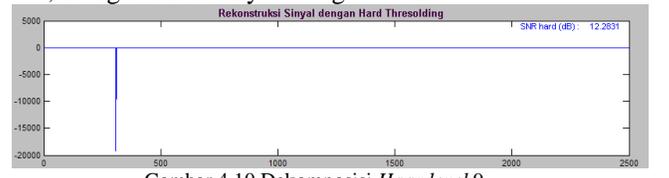
Dekomposisi pada *level 8* dengan nilai *threshold* 1044, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.9 Dekomposisi *Haar level 8*

Dekomposisi *Level 9*

Dekomposisi pada *level 9* dengan nilai *threshold* 758, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.10 Dekomposisi *Haar level 9*

Dekomposisi *Level 10*

Dekomposisi pada *level 10* dengan nilai *threshold* 437, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.11 Dekomposisi *Haar level 10*

Dekomposisi Level 11

Dekomposisi pada level 11 dengan nilai *threshold* 300, menghasilkan sinyal sebagai berikut.



Gambar 4.12 Dekomposisi Haar level 11

Dari gambar dapat dilihat bahwa semakin tinggi level dekomposisinya maka perolehan sinyal hasil *denoising* semakin bagus, hal ini juga ditunjukkan oleh SNRnya. SNR terbaik ditunjukkan oleh dekomposisi Haar pada level 11. Berikut tabel perbandingan SNR.

Tabel 4.1 Perbandingan SNR Wavelet Haar dekomposisi level 1-11 dengan sinyal uji 5kv90_11

Wavelet	Mode thresholding	Dekomposisi Level ke-	SNR sebelum <i>denoising</i> (dB)	SNR setelah <i>denoising</i> (dB)
Haar	Hard	1	-27,8225	-5,3454
		2		-5,1879
		3		-4,1871
		4		-1,4168
		5		0,51794
		6		4,1979
		7		8,325
		8		9,6559
		9		12,2831
		10		15,6173
		11		15,6173

Jika dibandingkan dengan pengamatan subyektif hasil yang ditampilkan telah sesuai dengan perbandingan SNRnya. Yaitu makin tinggi level dekomposisi maka menghasilkan SNRnya yang semakin baik. Begitu juga dengan pengamatan subyektif jika level dekomposisi semakin baik maka gambar sinyal yang dihasilkan semakin baik. Pengamatan obyektif memberikan hasil terbaik pada dekomposisi Haar pada level maksimalnya yaitu level 11.

4.2 Parameter Mode Threshold

Pemilihan mode *threshold* yang terbaik dilakukan dengan mengamati SNR sebelum dan sesudah *denoising*. Penentuan besar *thresholding* merupakan tahapan yang kritis jika nilainya terlalu kecil akan mengakibatkan derau tidak hilang secara sempurna sedangkan jika nilai yang diberikan terlalu besar akan mengakibatkan nilai SNR berkurang.

Tabel 4.2 Perbandingan SNR 2 mode

Sinyal	SNR sebelum <i>denoising</i> (dB)	Mode <i>thresholding</i>	SNR setelah <i>denoising</i> (dB)
5kv10_1	-38,4523	Hard	3,5108
		Soft	-8,269
5kv30_60	-39,7805	Hard	-4,4643
		Soft	-19,0379
5kv90_11	-27,8225	Hard	9,6559
		Soft	1,4158

Dapat dilihat dari tabel di atas dapat bahwa setelah dilakukan *denoising* untuk 3 sinyal uji yaitu sinyal 5kv10_1, 5kv30_60, dan 5kv90_11, SNR pada mode *hard* memberikan hasil lebih baik, sehingga disimpulkan bahwa *thresholding* mode *hard* lebih baik daripada mode *soft*.

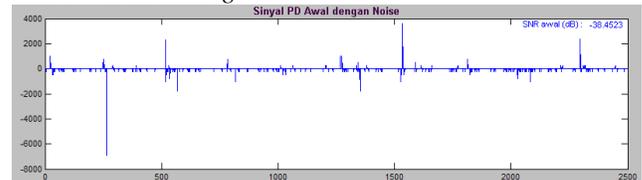
4.3 Parameter Jenis Wavelet

Dengan sinyal yang uji yang sama yaitu sinyal 5kv30_60, 5kv10_1 dan 5kv90_11, akan dapat dilihat beberapa pengaruh tipe Wavelet terhadap hasil *denoising*. Pengujian dilakukan dengan melihat hasil *denoising* beberapa tipe Wavelet yaitu Haar, Db2, Db3, Db4, Sym1, Sym2, Sym3, Sym4, Coif1, Coif2, Coif3, dan Coif4.

Sinyal 5kv10_1

Sinyal uji yang digunakan adalah 5kv10_1 kemudian akan dilihat beberapa pengaruh tipe Wavelet secara visual terhadap hasil *denoising*. Pengujian dilakukan dengan melihat hasil *denoising* dengan beberapa tipe Wavelet yaitu Haar, Db2, Db3, Db4, Sym1, Sym2, Sym3, Sym4, Coif1, Coif2, Coif3, dan Coif4.

Pertama-tama tampak dalam gambar 4.22 sinyal sebelum di-*denoising*



Gambar 4.13 Sinyal 5kv10_1 sebelum *denoising*

Sinyal 5kv10_1 akan di-*denoising* dengan Wavelet Haar dengan dekomposisi 11 level, sedangkan Wavelet Db2, Db3, Db4, Sym1, Sym2, Sym3, Sym4, dan Coif1 akan menggunakan level dekomposisi yang sama, yaitu 8 level dekomposisi dengan nilai *thresholding* yang sama. Wavelet Coif2, Coif3 akan menggunakan level dekomposisi sebanyak 7 level, sedangkan Wavelet Coif4 akan menggunakan 6 level dekomposisi. Hasilnya kemudian akan dibandingkan pada gambar-gambar di bawah:

Wavelet Haar



Gambar 4.14 Sinyal 5kv10_1 *denoising* dengan Wavelet Haar

Wavelet Db2



Gambar 4.15 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Db2

Wavelet Db3



Gambar 4.16 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Db3

Wavelet Db4



Gambar 4.17 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Db4

Wavelet Sym1



Gambar 4.18 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Sym1

Wavelet Sym2



Gambar 4.19 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Sym2

Wavelet Sym3



Gambar 4.20 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Sym3

Wavelet Sym4



Gambar 4.21 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Sym4

Wavelet Coif1



Gambar 4.22 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Coif1

Wavelet Coif2



Gambar 4.23 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Coif2

Wavelet Coif3



Gambar 4.24 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Coif3

Wavelet Coif4



Gambar 4.25 Sinyal 5kv10_1 denoising dengan Wavelet Coif4

Pada pengamatan hasil *denoising* pada gambar-gambar di atas, dapat dilihat bahwa *Wavelet Haar* dan *Sym1* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan *Wavelet* lainnya. Langkah selanjutnya akan digunakan perbandingan SNR untuk mengetahui *Wavelet* mana yang memberikan SNR terbaik. Berikut SNR masing-masing *Wavelet* dapat diringkas dalam tabel berikut:

Tabel 4.3 SNR masing-masing *Wavelet* untuk sinyal 5kv10_1

Nama Sinyal	Jenis <i>Wavelet</i>	Jumlah dekomposisi	SNR sebelum <i>denoising</i> (dB)	SNR sesudah <i>denoising</i> (dB)
5kv10_1	<i>Haar</i>	11 level	-38,4523	0,078928
	<i>Db2</i>	8 level		-12,7042
	<i>Db3</i>	8 level		-11,1966
	<i>Db4</i>	8 level		-12,2382
	<i>Sym1</i>	8 level		-0,97837
	<i>Sym2</i>	8 level		-12,7042
	<i>Sym3</i>	8 level		-11,1966
	<i>Sym4</i>	8 level		-12,7236
	<i>Coif1</i>	8 level		-15,6844
	<i>Coif2</i>	7 level		-18,7104
	<i>Coif3</i>	7 level		-19,3689
	<i>Coif4</i>	6 level		-19,3589

Pada tabel 4.1, Sinyal 5kv10_1 yang di-*denoising* dengan *Wavelet Haar* dengan dekomposisi 11 *level* memberikan hasil terbaik yaitu 0,078928 dB, kemudian diikuti dengan *Wavelet Sym1* dengan -0,97837 dB, sedangkan SNR untuk *Wavelet* lainnya memberikan hasil yang sangat kecil.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai aplikasi transformasi *Wavelet* untuk menghilangkan derau pada sinyal *partial discharge* dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan *level* dekomposisi merupakan tahap coba-coba untuk mendapatkan hasil terbaik. Secara umum, semakin tinggi *level* dekomposisinya menghasilkan SNR yang semakin baik.
2. Penentuan besar *thresholding* merupakan tahapan yang kritis jika nilainya terlalu kecil akan mengakibatkan derau tidak hilang secara sempurna sedangkan jika nilai yang diberikan terlalu besar akan mengakibatkan nilai SNR berkurang
3. Secara umum *thresholding* mode *hard* memberikan hasil SNR yang lebih baik dibandingkan *thresholding* mode *soft*.
4. Jenis wavelet terbaik didapat dari jenis wavelet yang memberikan SNR terbaik. Dari ketiga sinyal uji yang memberikan hasil yang paling baik adalah *Haar* dan *Sym1*.

5.2 Saran

Berikut ini beberapa saran bagi para pembaca yang berminat untuk mengembangkan penelitian tentang *denoising* menggunakan teknik *Wavelet*.

1. Untuk ke depan sebaiknya meluaskan metode penelitian yaitu dalam hal pengambilan data dan teknik pengukuran.
2. Pada waktu pengambilan data sebaiknya melakukan kalibrasi yang tepat sehingga akuisisi datanya tepat juga sehingga menghasilkan data yang *valid*.
3. Perlu adanya pengambilan data berupa sinyal referensi dan *noise* referensi pada waktu pengukuran, hal ini berguna untuk menguji kesamaan dua buah sinyal dengan metode *cross correlation*.
4. Mengingat belum adanya penelitian tentang kevalidan data maka untuk yang akan datang dilakukan uji coba menggunakan PD *calibrator* yang berguna untuk membuktikan sinyal yang direkonstruksi adalah sinyal PD atau bukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Roddy, Dennis, Coolen, John, dan Idris, Kamal, "*Komunikasi Elektronika*", Erlangga. Ciracas. Jakarta. 1984.
2. Santoro, "*Karakteristik Peluahan Sebagian Pada Model Void Berdasarkan Fungsi Waktu Dalam Polyvinyl Chloride (PVC) Menggunakan Elektroda Metode II CIGRE*", Tugas Akhir S-1, Universitas Diponegoro, Semarang 2007.
3. Burrus, C. Sidney, Gopinath, Ramesh A. dan Guo, Haitao, "*Introduction to Wavelets and Wavelet Transfoem*", Prentice Hall, New Jersey, 1998.
4. Sugiharto, Aris, "*Pemrograman GUI dengan MATLAB*", Andi Offset. Yogyakarta. 2006.
5. User's Guide "*Signal Processing Toolbox*" The. Mathworks. 2002
6. _____, <http://www.wikipedia.org>
7. Rahmawati, Indah, "*Pemampat Data Citra Digital Aras Keabuan dengan Alihragam Wavelet Paket Melalui Penyandian Huffman Menggunakan Delphi*" Tugas Akhir S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.
8. User's Guide "*MATLAB 7*", _____.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Swastiti Vinana Sari lahir di Klaten, 4 Februari 1985. Menjalani jenjang pendidikan di SDN 9 Ampenan, Mataram, SMPN 1 Denpasar, SMUN 1 Denpasar. Dan sekarang tengah menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Konsentrasi Elektronika Telekomunikasi.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Achmad Hidayatno, ST, MT
NIP. 132 137 933

Abdul Syakur, ST., MT.
NIP. 132 231 132