

PERBANDINGAN TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT DAN TRANSFORMASI WAVELET STASIONER UNTUK *DENOISING* CITRA

Ahmad Khairul Umam

Program Studi D3 Teknologi Multimedia Broadcasting, Departemen Teknologi Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
e-mail: akumam@pens.ac.id*

Irma Wulandari

Program Studi D3 Teknologi Multimedia Broadcasting, Departemen Teknologi Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
e-mail: irma@pens.ac.id

Agung Teguh Setyadi

Program Studi D3 Teknik Informatika, Departemen Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
e-mail: agungteguhsetyadi@pens.ac.id

Hasnah Aulia Zahra

Program Studi D3 Teknologi Multimedia Broadcasting, Departemen Teknologi Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
e-mail: hasnahaulia@mb.student.pens.ac.id

Khansa Nadhif Shafa

Program Studi D3 Teknologi Multimedia Broadcasting, Departemen Teknologi Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
e-mail: khansanadhif@mb.student.pens.ac.id

Abstrak

Transformasi wavelet merupakan perbaikan dari transformasi Fourier. Transformasi wavelet diskrit (TWD) dan transformasi wavelet stasioner (TWS) merupakan bagian dari transformasi wavelet. TWD dan TWS dapat digunakan untuk mereduksi *noise* pada gambar/citra. Pada penelitian ini dibandingkan metode TWD dan TWS untuk proses *denoising* citra. Dibandingkan nilai PSNR dan waktu komputasi untuk level 1 dan 2 wavelet. Digunakan citra uji *grayscale* Lena dan kucing berukuran 512×512 piksel. Wavelet yang digunakan adalah wavelet Haar, Daubechies, biorthogonal, symlets, dan coiflets. Dari hasil penelitian diperoleh nilai PSNR yang paling tinggi menggunakan metode TWS. Sedangkan untuk waktu komputasi paling cepat semuanya untuk metode TWD.

Kata Kunci: transformasi wavelet, *denoising* citra.

Abstract

The wavelet transform is an improvement of the Fourier transform. Discrete Wavelet Transform (DWT) and Stationary Wavelet Transform (SWT) are part of the wavelet transform. DWT and SWT can be used to reduce noise in images. In this research, DWT and SWT methods are compared for image denoising process. The PSNR value and computation time for level 1 and 2 wavelets are compared. A grayscale test image of Lena and the cat measuring 512×512 pixels are used. We use Haar, Daubechies, biorthogonal, symlets, and coiflets wavelets. From this research results, the highest PSNR value is for the SWT method. As for the fastest computation time, it is all for DWT method.

Keywords: wavelet transform, image denoising.

PENDAHULUAN

Materi wavelet memiliki banyak penerapan. Wavelet diperkenalkan pertama kali oleh Jean

Morlet dan Alex Grossman. Kata wavelet berasal dari bahasa perancis yaitu *ondelette* yang artinya gelombang kecil. Kata *onde* berarti gelombang dan diterjemahkan ke bahasa inggris menjadi kata *wave*,

kemudian kata tersebut digabung dengan kata aslinya menjadi kata “wavelet”. Beberapa jenis wavelet seperti wavelet Haar, wavelet coiflets, wavelet Daubechies, wavelet symlets, wavelet Morlet, dan lain sebagainya.

Transformasi wavelet adalah perbaikan dari transformasi Fourier. Transformasi Fourier berfungsi mengubah dari domain sinyal ke domain frekuensi, sedangkan transformasi wavelet mengubah dari domain sinyal ke domain skala (dilasi) dan translasi. Menurut (Li, 2013) dasar dari transformasi wavelet meliputi transformasi wavelet diskrit (TWD) dan perluasan bilangan kompleks dari TWD yang disebut transformasi wavelet kompleks (TWK).

Selain menggunakan TWD, penelitian ini juga menggunakan transformasi wavelet stasioner (TWS). Perbedaan TWD dan TWS adalah pada proses *downsampling* (Umar, 2019). TWD mendekomposisi citra menjadi empat citra koefisien dengan ukuran seperempat kali ukuran citra asal. Sedangkan TWS mendekomposisi citra menjadi empat citra koefisien dengan ukuran sama seperti citra asal. Baik transformasi wavelet diskrit dan transformasi wavelet stasioner, sama-sama dapat diterapkan untuk mereduksi *noise* pada citra.

Pada penelitian ini dibahas mengenai langkah-langkah *denoising* citra menggunakan transformasi wavelet diskrit dan transformasi wavelet stasioner, kemudian dibuat program menggunakan aplikasi Matlab. Untuk mengukur kinerja algoritma digunakan nilai *peak signal to noise ratio* (PSNR).

Pada (Jumah, 2013) membandingkan *denoising* citra menggunakan *hard thresholding* dan *soft thresholding* dengan *global threshold*, *VisuShrink threshold*, *BayesShrink threshold*, *SureShrink threshold*, dan *NormalShrink threshold* menggunakan transformasi wavelet stasioner pada wavelet Haar, Daubechies, symlets, dan coiflets. Pada (Krishna, 2020) dibahas *denoising* citra menggunakan transformasi wavelet stasioner untuk citra *cameraman*, *Lena*, dan *peppers*. Di penelitian ini membandingkan hasil *denoising* citra menggunakan transformasi wavelet diskrit dan transformasi wavelet stasioner untuk level 1 dan 2 menggunakan *soft thresholding* dengan jenis wavelet Haar, Daubechies, biorthogonal, symlets, dan coiflets pada citra *grayscale* *Lena* dan kucing. Dibandingkan

hasil dari *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan waktu komputasi.

KAJIAN TEORI

Definisi (Depnath, 2002) Wavelet adalah kelas fungsi yang dibangun dari translasi dan dilasi, didefinisikan

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad a, b \in \mathbb{R}, a \neq 0$$

dimana a merupakan dilasi / parameter skala serta b adalah parameter translasi. Fungsi $\psi(t)$ di kelas fungsi merupakan *mother wavelet*.

Wavelet dapat dikonstruksi menggunakan *mother wavelet* $\psi(t)$ serta fungsi skala (*father wavelet*) $\phi(t)$. Wavelet yang dikonstruksi dengan fungsi skala menjadi $\phi_{a,b}(t) = 2^{\frac{a}{2}} \phi(2^a t - b) \in L^2(\mathbb{R})$. Kemudian wavelet yang dikonstruksi dengan *mother wavelet* menjadi $\psi_{a,b}(t) = 2^{\frac{a}{2}} \psi(2^a t - b) \in L^2(\mathbb{R})$.

Denoising citra adalah bagian dari pengolahan citra (*image processing*). *Denoising* citra adalah proses penghilangan *noise* (gangguan pada citra). Citra yang terkena *noise* dapat diperbaiki menjadi mirip dengan citra asli. Beberapa jenis *noise* seperti *white Gaussian noise*, *salt and pepper noise*, dan *speckle noise*.

Untuk mencari nilai *threshold* digunakan metode VisuShrink

$$\lambda = \sigma \sqrt{2 \log M}$$

dimana σ merupakan estimasi standar deviasi dari *noise*

$$\sigma = \frac{\text{median}(|w_{i,j}|)}{0,6745}$$

untuk M merupakan ukuran citra dan $|w_{i,j}|$ adalah nilai mutlak dari setiap elemen matriks M .

Hasil dari transformasi wavelet diskrit dan transformasi wavelet stasioner pada suatu citra berupa koefisien rata-rata dan koefisien detail. Untuk mereduksi *noise* pada citra dilakukan proses *thresholding* pada koefisien detail. Fungsi *soft thresholding*:

$$T_s(y, \lambda) = \begin{cases} y - \lambda, & y \geq \lambda \\ 0, & |y| < \lambda \\ y + \lambda, & y < -\lambda \end{cases}$$

dimana y merupakan koefisien detail pada citra dan λ merupakan nilai *threshold*.

Misalkan citra asal $f(x,y)$ dan citra hasil *denoising* $\hat{f}(x,y)$ dimana keduanya berukuran

$M \times N$. Nilai dari *Root Mean Square Error (RMSE)* yaitu

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (\hat{f}(x, y) - f(x, y))^2}.$$

Menurut (Yin, 2012) nilai dari *Peak Signal to Noise Ratio* yaitu

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{RMSE} \right).$$

METODE

Pemahaman Konsep dan Studi Literatur

Mempelajari konsep dan mencari referensi untuk materi *denoising* citra, TWD, TWS, *denoising* citra menggunakan TWD dan TWS.

Objek Penelitian

Citra uji yang dipakai merupakan citra *grayscale* yaitu citra Lena dan kucing dengan ukuran 512×512 piksel.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitiannya adalah:

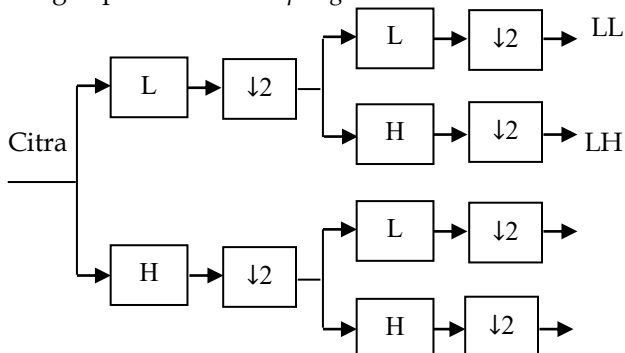
1. Mempelajari sifat-sifat TWD, TWS, dan *denoising* citra.
2. Membuat algoritma *denoising* citra TWD dan TWS. Kemudian mengimplementasikan algoritma tersebut menggunakan Matlab.
3. Membandingkan hasil *denoising* citra TWD dan TWS.

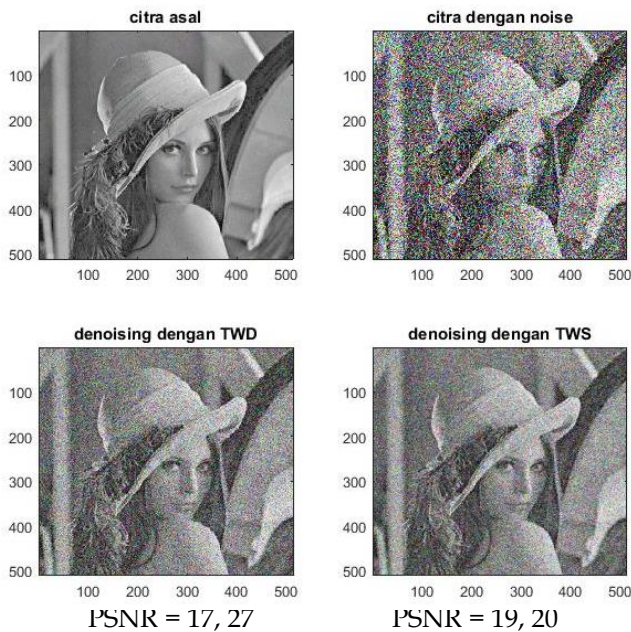
Simulasi Numerik

Metode yang digunakan merupakan metode TWD dan TWS untuk *denoising* citra menggunakan Matlab R2015a pada lingkup sistem operasi Windows 7 dimana prosesor Intel Atom CPU 1,86 GHz, 32 bit *graphics*. Ditampilkan citra asli dan citra hasil *denoising*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

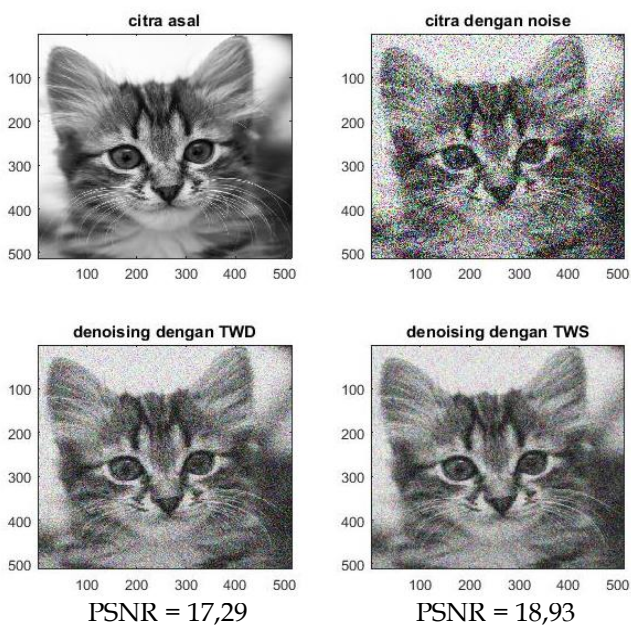
Berikut diagram dekomposisi TWD pada citra dengan proses *downsampling*:





Gambar 4. *Denoising Citra Lena Untuk Level 1 Menggunakan TWD dan TWS*

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa TWD dan TWS mampu mereduksi *noise* pada citra. Diperoleh nilai PSNR pada citra Lena untuk metode TWD dan TWS yaitu 17,27 dan 19,20.



Gambar 5. *Denoising Citra Kucing Untuk Level 1 Menggunakan TWD dan TWS*

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa TWD dan TWS mampu mereduksi *noise* pada citra. Diperoleh

nilai PSNR pada citra kucing untuk metode TWD dan TWS yaitu 17,29 dan 18,93.

Berikut tabel nilai PSNR *denoising* citra untuk level 1 menggunakan TWD dan TWS dengan wavelet Haar, Daubechies 1, biorthogonal 1.1, symlets 3, dan coiflets 1:

Tabel 1. Nilai PSNR Untuk Level 1

PSNR	Citra Lena		Citra Kucing	
	TWD	TWS	TWD	TWS
Haar	17,27	19,20	17,29	18,93
Daubechies 1	17,28	19,20	17,30	18,93
Biorthogonal 1.1	17,27	19,21	17,29	18,94
Symlets 3	17,37	18,53	17,39	18,37
Coiflets 1	17,38	18,74	17,40	18,55

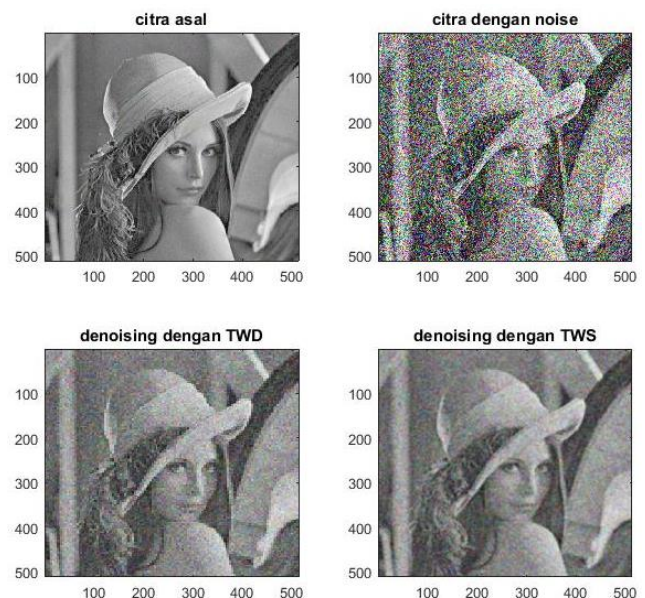
Tabel 2. Waktu Komputasi Untuk Level 1

Waktu Komputasi	Citra Lena		Citra Kucing	
	TWD	TWS	TWD	TWS
Haar	6,35	18,83	5,92	18,78
Daubechies 1	6,05	19,89	6	18,83
Biorthogonal 1.1	6,12	19,88	6,01	18,87
Symlets 3	6,03	18,95	6,02	19,05
Coiflets 1	5,98	19,11	5,97	19

Dilihat di Tabel 1 nilai PSNR paling tinggi pada gambar Lena dan kucing dengan wavelet Haar, Daubechies 1, biorthogonal 1.1, symlets 3, dan coiflets 1 yaitu untuk metode TWS. Sedangkan di Tabel 2 terlihat waktu komputasi paling cepat pada gambar Lena dan kucing dengan semua wavelet (Haar, Daubechies 1, biorthogonal 1.1, symlets 3, dan coiflets 1) yaitu untuk metode TWD.

Denoising Citra Untuk Level 2

Hasil 10 kali percobaan *denoising* citra dengan *white Gaussian noise* dimana standar deviasi 30 dan rata-rata 0 menggunakan wavelet Haar level 2:

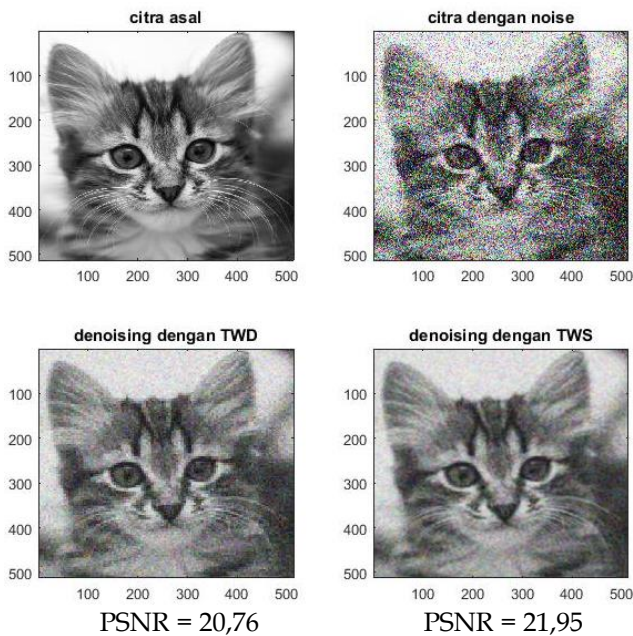


PSNR = 21,40

PSNR = 23,35

Gambar 6. *Denoising* Citra Lena Untuk Level 2
Menggunakan TWD dan TWS

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa TWD dan TWS mampu mereduksi *noise* pada citra. Diperoleh nilai PSNR pada citra Lena untuk metode TWD dan TWS yaitu 21,40 dan 23,35.

Gambar 7. *Denoising* Citra Kucing Untuk Level 2
Menggunakan TWD dan TWS

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa TWD mampu mereduksi *noise* pada citra. Diperoleh nilai PSNR pada citra kucing untuk metode TWD dan TWS yaitu 20,76 dan 21,95.

Berikut tabel nilai PSNR proses *denoising* citra untuk level 2 menggunakan TWD dan TWS dengan wavelet Haar, Daubechies 1, biorthogonal 1.1, symlets 3, dan coiflets 1:

Tabel 3. Nilai PSNR Untuk Level 2

PSNR	Citra Lena		Citra Kucing	
	TWD	TWS	TWD	TWS
Haar	21,40	23,35	20,76	21,95
Daubechies 1	21,39	23,35	20,76	21,94
Biorthogonal 1.1	21,40	23,36	20,76	21,95
Symlets 3	21,79	22,82	21,06	21,61
Coiflets 1	21,75	23	21,04	21,73

Tabel 4. Waktu Komputasi Untuk Level 2

Waktu Komputasi	Citra Lena		Citra Kucing	
	TWD	TWS	TWD	TWS
Haar	6,72	33,65	6,66	34,02
Daubechies 1	6,76	33,73	6,72	33,99

Biorthogonal 1.1	6,82	34,06	6,80	34,13
Symlets 3	6,79	34,52	6,81	34,67
Coiflets 1	6,79	34,40	6,79	34,57

Dilihat di Tabel 3 nilai PSNR paling tinggi pada gambar Lena dan kucing dengan wavelet Haar, Daubechies 1, biorthogonal 1.1, symlets 3, dan coiflets 1 yaitu untuk metode TWS. Sedangkan di Tabel 4 terlihat waktu komputasi paling cepat pada gambar Lena dan kucing dengan semua wavelet (Haar, Daubechies 1, biorthogonal 1.1, symlets 3, dan coiflets 1) yaitu untuk metode TWD.

PENUTUP

SIMPULAN

Transformasi wavelet termasuk pengembangan dari transformasi Fourier. TWD dan TWS merupakan bagian dari transformasi wavelet. Metode TWD terdapat proses *downsampling* di dalamnya. Sedangkan untuk metode TWS tidak terdapat proses *downsampling*. Baik TWD maupun TWS, keduanya dapat digunakan untuk *denoising* citra.

Pada penelitian ini berhasil melakukan *denoising* citra menggunakan metode TWD dan TWS. Selain itu dibandingkan nilai PSNR dan waktu komputasi dari kedua metode tersebut. Secara keseluruhan nilai PSNR yang paling tinggi untuk *denoising* citra menggunakan metode TWS, baik pada level 1 maupun 2. Sedangkan waktu komputasi paling cepat semuanya dengan menggunakan metode TWD untuk level 1 dan 2.

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya gunakan metode TWS untuk proses *enhancement image*. Selain itu juga dapat digabungkan TWS dengan interpolasi citra digital dalam proses *enhancement image*.

DAFTAR PUSTAKA

- Depnath, L. (2002). Wavelet Transform and Their Applications. Birkhauser.
- Jumah, A. A. (2013) Denoising of an Image Using Discrete Stationary Wavelet Transform and Various Thresholding Techniques. Journal of Signal and Information Processing, 2013(4), 33-41. <http://dx.doi.org/10.4236/jsip.2013.41004>.
- Krishna, P. G., Komali, K. S., Tejaswani, K. N., Pavani, K., & Mounika, N. (2020). Image

- Denoising Using Stationary Wavelet Transform. JES: Journal of Engineering Sciences, 11(6), 1159-1166. DOI:10.15433/JES.2020.V11I06.43P.169.
- Li, C., Li, J., & Fu, B. (2013). Magnitude-phase of Quaternion Wavelet Transform for Texture Representation Using Multilevel Copula. IEEE Signal Processing Letters, 20(8), 799-802. <https://doi.org/10.1109/LSP.2013.2247596>.
- Umar, F. & Darwis, H. (2019). Watermarking Citra Digital Berwarna Menggunakan Stationary Wavelet Transform (SWT). ILKOM Jurnal Ilmiah, 11(1), 1-10. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v11i1.409.1-10>.
- Yin, M., Liu, W., Shui, J. & Wu, J. (2012). Quaternion Wavelet Analysis and Application in Image Denoising. Mathematical Problems in Engineering, 2012, 1-21. <https://doi.org/10.1155/2012/493976>.