

PERBANDINGAN LEVEL 1 DAN 2 TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT UNTUK DENOISING CITRA

Ahmad Khairul Umam

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

Nirwana Haidar Hari

Program Studi D3 Teknik Informatika, Departemen Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, nhh@pens.ac.id

Joko Prasetyo

Program Studi D3 Teknik Informatika, Departemen Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, joko@pens.ac.id

Richa Latifatin Nisa'

Program Studi D3 Teknologi Multimedia Broadcasting, Departemen Teknologi Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, richalatifatinnisa@mb.student.pens.ac.id

Elisa Dwi Aprilia

Program Studi D3 Teknologi Multimedia Broadcasting, Departemen Teknologi Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, elskvy@mb.student.pens.ac.id

Abstrak

Transformasi wavelet adalah perbaikan dari transformasi Fourier. Transformasi Fourier mengubah domain dari domain sinyal ke domain frekuensi, sedangkan transformasi wavelet mengubah domain sinyal ke domain skala (dilasi) dan translasi. Transformasi wavelet diskrit (TWD) dapat digunakan untuk mereduksi *noise* pada citra/gambar. Pada penelitian ini dibandingkan level 1 dan 2 metode TWD untuk *denoising* citra. Digunakan citra uji *grayscale* Lena dan Mandrill berukuran 512×512 piksel. Wavelet yang digunakan adalah wavelet Haar, symlets, biorthogonal, coiflets, dan Daubechies. Dibandingkan nilai PSNR dan waktu komputasi untuk citra Lena dan Mandrill menggunakan TWD level 1 dan 2. Dari hasil penelitian diperoleh nilai PSNR yang paling tinggi menggunakan TWD level 2. Sedangkan untuk waktu komputasi paling cepat untuk TWD level 1.

Kata Kunci: transformasi wavelet, level 1, level 2, *denoising*.

Abstract

The wavelet transform is an improvement of the Fourier transform. The Fourier transform changes the domain from the signal domain to the frequency domain, while the wavelet transform changes the signal domain to the scale (dilation) and translation domains. Discrete wavelet transformation (DWT) can be used to reduce noise in images. In this study, level 1 and 2 DWT methods for image denoising are compared. Lena and Mandrill grayscale test images of 512×512 pixels were used. The wavelets used are Haar, symlets, biorthogonal, coiflets, and Daubechies wavelets. We compare the PSNR value and computation time for Lena and Mandrill images using DWT level 1 and 2. From the research results, the highest PSNR values are for DWT level 2. As for the fastest computation times, they are for DWT level 1.

Keywords: wavelet transform, level 1, level 2, *denoising*.

PENDAHULUAN

Wavelet diperkenalkan oleh Jean Morlet dan Alex Grossman. Kata wavelet berasal dari bahasa perancis yaitu *ondelette* dimana artinya gelombang

kecil. Kata *onde* memiliki arti gelombang kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris menjadi *wave*. Kata tersebut digabungkan dengan kata aslinya sehingga menjadi kata "wavelet". Jenis-jenis wavelet yaitu wavelet Haar, wavelet symlets,

wavelet Morlet, wavelet Daubechies, wavelet coiflets, dan lain-lain.

Transformasi wavelet merupakan perbaikan dari transformasi Fourier. Transformasi Fourier mengubah dari domain sinyal ke domain frekuensi sedangkan transformasi wavelet mengubah domain sinyal ke domain dilasi dan translasi. TWD mendekomposisi suatu citra menjadi empat citra koefisien dengan ukuran menhaden seperempat kali ukuran citra asal.

Pada (Joharah, 2017) mereduksi *noise* pada citra medis menggunakan transformasi wavelet diskrit level 1 dan beberapa filter. Sedangkan pada (Al-Aboosi, 2020) melakukan *denoising* citra menggunakan transformasi wavelet diskrit level 1 dengan beberapa varians *noise*. Pada penelitian ini membandingkan level 1 dan 2 transformasi wavelet diskrit untuk *denoising* citra. Jenis wavelet yang digunakan adalah wavelet Haar, symlets, coiflets, Biorthogonal, dan Daubechies. Proses *thresholding* menggunakan *hard thresholding*. Selanjutnya dibandingkan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) serta waktu komputasi.

KAJIAN TEORI

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

Definisi (Depnath, 2002) Wavelet merupakan kelas fungsi yang dibangun dari translasi serta dilasi yaitu

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

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

Denoising citra merupakan bagian dari *image processing* (pengolahan citra). *Denoising* citra merupakan penghilangan gangguan pada citra (gangguan disebut *noise*). Citra dengan *noise* bisa diperbaiki sehingga mirip dengan citra asal. Jenis-jenis *noise* yaitu *salt and pepper noise*, *white Gaussian noise*, dan *speckle noise*. Menurut (Lin, 2003)

beberapa cara menghilangkan *noise* yaitu menggunakan *mean filter*, *median filter*, dan transformasi wavelet.

Menurut (Umam, 2024), untuk mendapatkan nilai *threshold* menggunakan metode BayesShrink yaitu

$$\lambda = \frac{\sigma^2}{\sigma_x}$$

dimana σ^2 merupakan estimasi varians dari *noise* serta σ_x merupakan standar deviasi yang diestimasi dengan

$$\sigma_x = \sqrt{\max((\sigma_y)^2 - \sigma^2, 0)}$$

kemudian $(\sigma_y)^2$ dapat dihitung dari semua koefisien detail

$$(\sigma_y)^2 = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (Y_{i,j})^2$$

dengan N^2 merupakan ukuran citra serta $Y_{i,j}$ adalah nilai dari semua elemen di matriks N^2 .

Untuk menghilangkan *noise* pada citra menggunakan proses *thresholding* pada setiap koefisien detail. Fungsi *hard thresholding* yaitu

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

dengan y adalah koefisien detail pada citra serta λ adalah nilai *threshold*.

Diketahui citra asal $f(x,y)$ serta citra hasil *denoising* $\hat{f}(x,y)$ dimana keduanya memiliki ukuran $M \times N$. Nilai dari RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah

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

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

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

METODE

Pemahaman Konsep dan Studi Literatur

Mempelajari konsep dan mencari referensi tentang materi *denoising* citra, transformasi wavelet diskrit level 1, level 2, dan seterusnya.

Objek Penelitian

Citra uji yang digunakan adalah citra *grayscale* Lena dan Mandrill berukuran 512×512 piksel.

Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian:

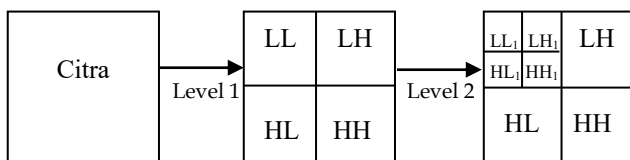
1. Mempelajari sifat-sifat transformasi wavelet diskrit beberapa level dan *denoising* citra.
2. Membuat algoritma *denoising* citra menggunakan transformasi wavelet diskrit level 1 dan level 2. Selanjutnya algoritma tersebut diimplementasikan menggunakan Matlab.
3. Membandingkan hasil *denoising* citra menggunakan transformasi wavelet diskrit level 1 dan level 2.

Simulasi Numerik

Metode yang digunakan merupakan metode transformasi wavelet diskrit level 1 dan 2 untuk *denoising* citra menggunakan Matlab R2023b pada lingkup sistem operasi *Windows 8* dengan prosesor Intel Core i7 CPU 2,4 GHz, 64 bit *graphics*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

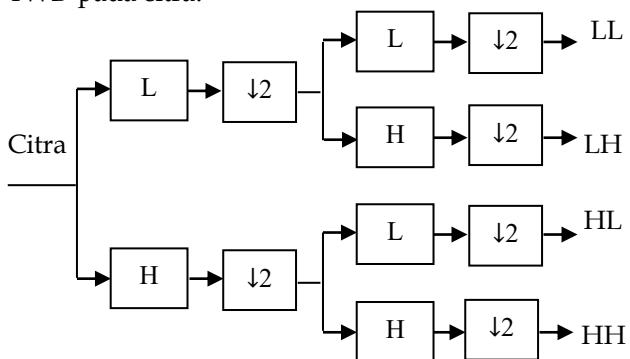
Gambar berikut adalah proses dekomposisi TWD pada citra untuk level 1 dan 2:



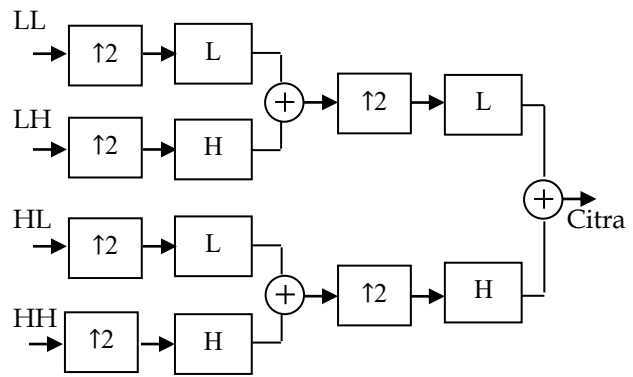
Gambar 1. Dekomposisi TWD Pada Citra 2-D

dimana dekomposisi level 1 menjadi LL, LH, HL, HH, selanjutnya dekomposisi level 2 menggunakan koefisien rata-rata LL. Kemudian dapat dilanjutkan dekomposisi level 3, 4, dan seterusnya pada bagian koefisien rata-rata.

Berikut diagram dekomposisi dan rekonstruksi TWD pada citra:



Gambar 2. Dekomposisi TWD Pada Citra



Gambar 3. Rekonstruksi TWD Pada Citra

dengan LL (koefisien rata-rata/*low-low frequency*), LH (koefisien detail horizontal/*low-high frequency*), HL (koefisien detail vertikal/*high-low frequency*), HH (koefisien detail diagonal/*high-high frequency*), fungsi $\downarrow 2$ dan $\uparrow 2$ berturut-turut adalah *downsampling* dan *upsampling*, serta $\oplus$ adalah jumlah langsung,

Hasil 10 kali percobaan *denoising* citra menggunakan *hard thresholding* dengan wavelet Haar. Citra asal ditambah *white Gaussian noise* dengan standar deviasi 20 dan rata-rata 0. Berikut hasilnya:



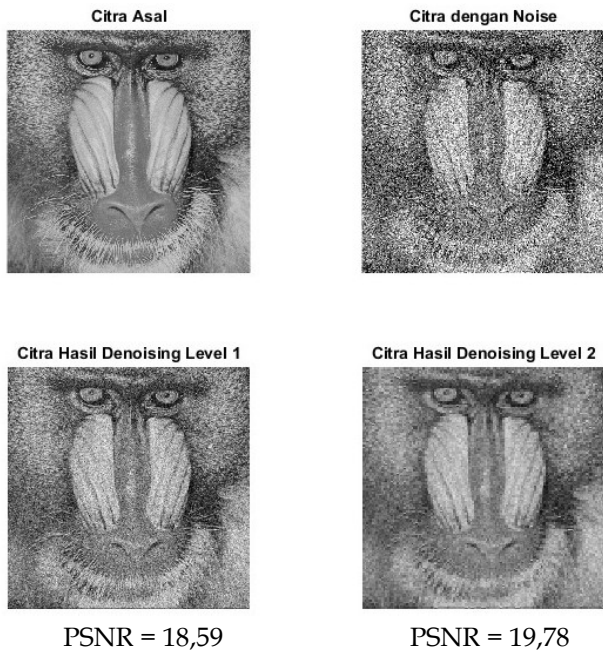
PSNR = 20,16

PSNR = 23,70

Gambar 4. *Denoising* Citra Lena Level 1 dan Level 2

Dari gambar 4 dan 5 dapat dilihat bahwa TWD level 1 dan 2 dapat mereduksi noise pada citra. Diperoleh nilai PSNR pada citra Lena untuk level 1 dan 2 yaitu 20,16 dan 23,70. Sedangkan pada citra Mandrill untuk level 1 dan 2 didapat nilai PSNR yaitu 18,59 dan 19,78

Berikut tabel nilai PSNR dan waktu komputasi *denoising* citra untuk level 1 dan 2 menggunakan *hard thresholding* dengan wavelet Haar, symlets 3, biorthogonal 4.4, coiflets 5, dan Daubechies 7:



Gambar 5. Denoising Citra Mandrill Level 1 dan Level 2

Tabel 1. Nilai PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

PSNR	Citra Lena		Citra Mandrill	
	Level 1	Level 2	Level 1	Level 2
Haar	20,16	23,70	18,59	19,78
Symlets 3	20,32	24,51	18,88	20,16
Biorthogonal 4.4	20,27	24,57	18,83	20,15
Coiflets 5	20,35	24,69	18,94	20,24
Daubechies 7	20,36	24,67	18,90	20,17

Tabel 2. Waktu Komputasi (dalam detik)

Waktu Komputasi	Citra Lena		Citra Mandrill	
	Level 1	Level 2	Level 1	Level 2
Haar	0,8	0,87	0,81	0,88
Symlets 3	0,81	0,87	0,80	0,88
Biorthogonal 4.4	0,85	0,88	0,83	0,88
Coiflets 5	0,81	0,89	0,84	0,89
Daubechies 7	0,82	0,87	0,81	0,88

Dapat dilihat dari Tabel 1 nilai PSNR paling tinggi pada citra Lena dan Mandrill menggunakan semua wavelet untuk level 2. Selanjutnya dari Tabel 2 waktu komputasi paling cepat pada citra Lena dan Mandrill menggunakan semua wavelet untuk level 1.

PENUTUP

SIMPULAN

Transformasi wavelet adalah pengembangan dari transformasi Fourier. Metode TWD level 1 dan 2 dapat digunakan untuk mereduksi *noise* pada citra. Pada penelitian ini, dilakukan 10 kali percobaan dan diambil rata-rata untuk setiap citra,

level, dan wavelet. Level yang digunakan adalah TWD level 1 dan 2. Dibandingkan nilai PSNR dan waktu komputasi dari kedua level tersebut. Secara keseluruhan nilai PSNR yang paling tinggi untuk *denoising* citra Lena dan Mandrill menggunakan metode TWD level 2. Sedangkan waktu komputasi paling cepat untuk citra Lena dan Mandrill semuanya menggunakan metode TWD level 1.

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan TWD level 3, 4, dan seterusnya untuk *denoising* citra. Selain itu juga dapat menggunakan citra yang lain dengan jenis *grayscale* dan RGB (*Red, Green, Blue*).

DAFTAR PUSTAKA

- Joharah, F. S. & Nisha, S. S. (2017). Noise Removal Based on Discrete Wavelet Transform and Filters. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6(6), 10.467-10.475. DOI:10.15680/IJIRSET.2017.0606046.
- Al-Aboosi, Y. Y., Issa, R. S., & Jassim, A. K. (2020). Image Denoising in Underwater Acoustic Noise Using Discrete Wavelet Transform with Different Noise Level Estimation. *TELKOMNIKA: Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, 18(3), 1439-1446. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.V18I3.14381>.
- Depnath, L. (2002). *Wavelet Transform and Their Applications*. Birkhauser.
- Lin, E. B. & Ling, Y. (2003). Image Compression and Denoising via Nonseparable Wavelet Approximation. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 155, 155, 131-152. [https://doi.org/10.1016/S0377-0427\(02\)00896](https://doi.org/10.1016/S0377-0427(02)00896).
- Umam, A. K., Ngastiti, P. T. B., Isro'il, A., Wahyuni, Z. M. T., & Alfiani, F. S. (2024). Perbandingan Transformasi Wavelet Diskrit untuk Denoising Citra Menggunakan VisuShrink, BayesShrink, dan NormalShrink. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(2), 358-363.
- 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>.