

Pemanfaatan Discrete Wavelet Transform (DWT) Untuk Memaksimalkan Penyimpanan

Diterima:

10 Juni 2024

Revisi:

10 Juli 2024

Terbit:

1 Agustus 2024

**¹Abi Ihsan Fadli, ^{2*}Resty Wulanningrum, ³Risky Aswi
Ramadhani**

¹⁻³Universitas Nusantara PGRI Kediri

¹Abiihsan4@gmail.com, ^{2}restyw@unpkdr.ac.id,*

³riskyaswiramadhani@gmail.com

Abstrak— Penggunaan citra digital yang meluas meningkatkan kebutuhan penyimpanan data. Teknik kompresi citra menggunakan *Discrete Wavelet Transform (DWT)* terbukti efektif mengurangi ukuran file tanpa mengorbankan kualitas visual. Penelitian ini menggunakan metode *Haar*, *Daubechies*, *Symlet*, dan *Coiflet* untuk kompresi citra *image23.jpg* yang awalnya berukuran 55.4 KB. Hasil menunjukkan *Haar* dan *Coiflet 1* mengompresi hingga 99.49% dari ukuran asli, dengan *PSNR* mencapai nilai tak terhingga, menandakan kualitas citra yang sangat baik. *Symlet 3* mencapai ukuran kompresi terbaik dengan pengurangan hingga 10.27%. Penelitian ini menyoroti pentingnya pemilihan wavelet *DWT* untuk pengelolaan data citra yang efisien.

Kata Kunci— *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, kompresi citra, *Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)*, *Mean Squared Error (MSE)*, rasio kompresi.

Abstract— *The widespread use of digital images has increased the demand for data storage. Image compression techniques using Discrete Wavelet Transform (DWT) have proven effective in reducing file size without significantly sacrificing visual quality. This study employs Haar, Daubechies, Symlet, and Coiflet methods to compress image23.jpg, originally sized at 55.4 KB. Results show that Haar and Coiflet 1 compress up to 99.49% of the original size, with PSNR reaching infinity, indicating excellent image quality. Symlet 3 achieves the best compression size, reducing up to 10.27%. This study highlights the importance of wavelet selection in DWT for efficient image data management.*

Keywords— *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, image compression, *Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)*, *Mean Squared Error (MSE)*, compression ratio.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



Penulis Korespondensi:

Resty Wulanningrum

Teknik Informatika

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email: restyw@unpkdr.ac.id

ID Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5653-228X>

Handphone: +6285640186769

I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi, khususnya dalam bidang gambar dan video, berkembang pesat. Pertukaran informasi sering melibatkan gambar, yang membutuhkan kamera untuk merekam dan menyimpan informasi dalam bentuk gambar atau foto. Dalam matematika, gambar adalah fungsi kontinu dari pencahayaan dua dimensi yang ditangkap oleh perangkat optik seperti mata, kamera, dan pemindai. Seiring dengan perkembangan kamera digital dan smartphone, kebutuhan akan metode efisien untuk mengelola volume besar gambar semakin meningkat. Penggandaan citra digital mudah dilakukan, sehingga menjaga keaslian produk citra sangat penting [1],[2].

Masalah utama dalam pengelolaan gambar digital adalah kebutuhan ruang penyimpanan yang besar. Kompresi gambar bertujuan untuk mengurangi ukuran file sambil mempertahankan informasi penting di dalamnya. Format *JPG* adalah salah satu yang paling umum digunakan di internet. Kompresi ini bertujuan untuk mengurangi redundansi data dalam gambar guna memungkinkan transmisi yang lebih efisien [3][4]. Terdapat dua jenis kompresi: *lossless*, yang tidak menghilangkan informasi, dan *lossy*, yang mengorbankan sedikit informasi untuk mendapatkan rasio kompresi yang lebih besar [5].

Salah satu metode kompresi yang sederhana dan efisien adalah *wavelet Haar*, meskipun kurang tahan terhadap blur dan noise [6]. Selain itu, *Coiflets* juga digunakan meskipun memiliki rasio kompresi yang kecil. Format gambar terkompresi meliputi *GIF*, *PNG*, *JPEG*, dan lainnya. Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode fraktal menunjukkan efisiensi yang rendah [7], [8]. Penelitian ini menggunakan empat teknik kompresi (*Coiflets*, *Haar*, *Daubechies*, *Symlet*) dan membandingkan hasilnya berdasarkan rasio kompresi, *Mean Square Error (MSE)*, dan *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)* [9], [10].

Penggunaan *Discrete Wavelet Transform (DWT)* dalam kompresi citra digital telah dibandingkan dengan metode transformasi lainnya seperti *Discrete Cosine Transform (DCT)*, dan hasilnya menunjukkan bahwa *DWT* memiliki keunggulan dalam efisiensi kompresi dan kualitas hasil citra [1]. Penelitian oleh Kristomo dan Kusjani menunjukkan bahwa pemilihan jenis *wavelet* yang tepat sangat penting untuk mendapatkan performa terbaik dalam ekstraksi ciri isyarat tutur [2]. Penggunaan teknik kompresi *JPEG* dengan fungsi *GUI* pada *MATLAB* juga telah diterapkan dalam berbagai aplikasi, memberikan kemudahan dalam proses kompresi citra digital [3]. Pada aplikasi kompresi citra medis, penggunaan *DWT* bersama dengan *Variable Length Code* menghasilkan rasio kompresi yang tinggi dengan tetap mempertahankan kualitas citra [4].

Selain itu, metode penerapan *2D Median Filter* untuk perbaikan citra daun bawang merah menunjukkan bagaimana teknik transformasi dapat meningkatkan kualitas gambar setelah kompresi [5]. Dalam penelitian lain, *DWT* digunakan bersama dengan metode *GLCM* dan *KNN* untuk identifikasi jenis anggrek (*Orchidaceae*), menunjukkan aplikasi yang luas dari metode ini dalam berbagai bidang [6]. Implementasi kompresi citra digital dengan mengatur kualitas citra digital menunjukkan bahwa pengaturan parameter dapat meningkatkan hasil akhir kompresi [7]. Fitur ekstraksi dan identifikasi wajah personal menggunakan *K-Nearest Neighbor* juga menunjukkan bahwa *DWT* dapat diterapkan dalam analisis citra untuk aplikasi pengenalan wajah [8].

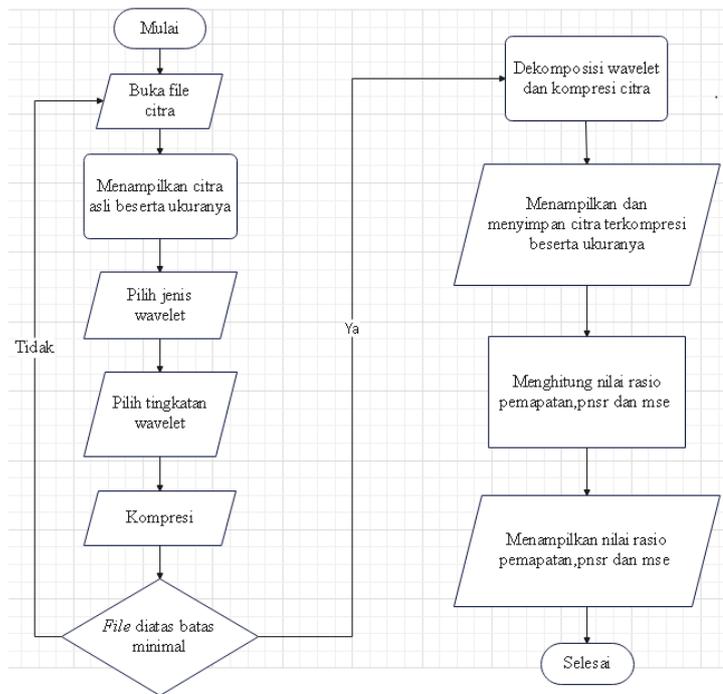
Penerapan *DCT* untuk kompresi citra pada *marker-based tracking augmented reality* menambah bukti bahwa metode transformasi seperti *DCT* dan *DWT* memiliki peran penting dalam kompresi dan analisis citra digital [9]. Identifikasi kepribadian dari tulisan tangan menggunakan *Euclidean Distance* menunjukkan potensi penerapan teknik transformasi dalam analisis data non-gambar [10]. Studi yang membandingkan *DWT*, *DCT*, dan metode hybrid (*DWT-DCT*) memberikan wawasan lebih mendalam tentang keunggulan masing-masing metode dalam kompresi citra digital [11]. Anotasi citra otomatis menggunakan *CMRM* dengan informasi scene juga menunjukkan aplikasi lain dari teknik kompresi dan transformasi dalam pengolahan citra [12].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *Discrete Wavelet Transform (DWT)* dalam teknik kompresi citra guna memaksimalkan penyimpanan tanpa

mengurangi kualitas informasi yang terkandung di dalamnya. Penelitian ini akan menggabungkan *Discrete Wavelet Transform (DWT)* untuk menghasilkan kompresi yang efisien dan efektif, serta melakukan analisis kinerja kompresi berdasarkan rasio kompresi, *Mean Square Error (MSE)*, dan *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan teknologi kompresi citra digital yang lebih baik dan aplikatif.

II. METODE

Metode untuk melakukan kompresi citra digital menggunakan *Discrete Wavelet Transform (DWT)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai jenis wavelet dalam mengompresi citra digital dengan mempertimbangkan ukuran file terkompresi dan kualitas citra yang diukur menggunakan parameter *PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)*, *MSE (Mean Squared Error)* dan rasio kompresi. Proses kompresi citra menggunakan *DWT* melibatkan beberapa tahapan utama, yaitu: Memasukkan file citra yang akan dikompresi, Memilih jenis wavelet yang akan digunakan untuk kompresi, Menerapkan transformasi wavelet pada citra, Melakukan proses kompresi pada citra yang telah ditransformasi, Mengevaluasi hasil kompresi berdasarkan ukuran file, *PSNR*, dan *MSE*, Menyimpan file citra yang telah dikompresi. Flowchart berikut mendetail setiap langkah dalam proses kompresi citra menggunakan *DWT*:



Gambar 1 Flowchart sistem

2.1 File Citra yang Digunakan

File citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah file citra 2D dengan nama file image23.jpg yang memiliki ukuran asli sebesar 55.4 KB. Citra ini dipilih karena representatif untuk uji coba kompresi dengan berbagai jenis wavelet.

Tabel 1. File citra

No	File citra 2D		
	File	Nama File	Ukuran File
1		image23.jpg	55.4 KB

2.2 Jenis-jenis Wavelet yang Digunakan

2.2.1 Wavelet Haar

Wavelet tertua dan paling sederhana, sangat efisien untuk representasi karakteristik tekstur dan bentuk citra. Wavelet *Haar* memenuhi persamaan dilasi dan dikenal juga sebagai *Daubechies 1 (db1)* dengan koefisien tertentu merupakan *Lowpass filter*.

2.2.2 Wavelet Daubechies

Pengembangan dari Wavelet *Haar*. *Daubechies 1 (db1)* merupakan Wavelet *Haar*, sementara *Daubechies 2 (db2)* dan seterusnya menawarkan kompresi lebih baik untuk detail halus.

2.2.3 Wavelet Symlets

Modifikasi dari *Daubechies*, dirancang lebih simetris dengan sifat mirip. *Symlet* yang lebih panjang memiliki fase hampir linear, dengan kesimetrian dan fase serupa dengan *Daubechies*.

2.2.4 Wavelet Coiflets

Dirancang untuk menjaga informasi turunan pertama, cocok untuk analisis sinyal halus. Memiliki panjang filter bervariasi dengan hasil kompresi berbeda. Wavelet *Coiflet* memiliki hubungan ortogonalitas yang sama dengan *Daubechies* dan *Symlet*, dengan derajat simetri tinggi dan fase mendekati linear.

2.3 Prosedur Kompresi

Setiap jenis wavelet diterapkan pada citra melalui langkah-langkah berikut: Pertama, dilakukan transformasi wavelet, yaitu menerapkan transformasi wavelet yang dipilih pada citra untuk menghasilkan koefisien wavelet. Langkah selanjutnya adalah *thresholding*, di mana koefisien yang nilainya di bawah *threshold* tertentu dihapus untuk mengurangi data yang perlu disimpan. Setelah itu, dilakukan rekonstruksi citra menggunakan koefisien yang tersisa untuk menghasilkan citra terkompresi. Terakhir, citra hasil rekonstruksi disimpan dalam format yang sesuai.

2.4 Evaluasi Hasil Kompresi

D.1 PSNR dan MSE

PSNR mengukur kualitas citra terkompresi; nilai yang lebih tinggi menunjukkan kualitas yang lebih baik. *MSE* mengukur perbedaan antara citra asli dan terkompresi; nilai yang lebih rendah menunjukkan kualitas yang lebih baik. *PSNR* berbanding terbalik dengan *MSE*; nilai *PSNR* yang besar menunjukkan kualitas rekonstruksi citra yang baik.

D.2 Rasio Kompresi

Mengukur efisiensi kompresi dengan membandingkan ukuran file sebelum dan sesudah kompresi: Rasio kompresi = A/B Dimana A adalah ukuran citra asli, dan B adalah ukuran citra kompresi. Nilai rasio kompresi yang besar menjadi target dalam teknik kompresi citra, dengan tetap mempertahankan kualitas citra.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penyajian Hasil

Data yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan data atau nilai yang dihasilkan dari program kompresi ada pada tabel 1 yang mana data tersebut seperti table 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Kompresi

No	Jenis Wavelet	PSNR (dB)	MSE	Rasio Kompresi (%)	Ukuran
1	Haar	Inf	0	99.3665	55.14 kb
2	Daubechies 2	49.542	0.1316	93.9481	53.32 kb
3	Daubechies 3	42.5652	0.60226	90.52	50.23 kb
4	Daubechies 4	36.0385	2.3759	91.0532	50.52 kb
5	Daubechies 5	31.3784	5.2428	92.4364	51.29 kb
6	Daubechies 6	27.836	9.0998	94.4162	52.39 kb
7	Daubechies 7	25.0911	13.3412	94.1276	52.23 kb
8	Daubechies 8	23.1067	17.3084	93.4712	51.87 kb
9	Symlet 2	51.9736	0.06867	95.7167	53.11 kb
10	Symlet 3	42.8187	0.56585	89.5645	49.70 kb
11	Symlet 4	36.3114	2.2232	90.0871	49.99 kb
12	Symlet 5	31.6784	4.9708	91.7061	50.89 kb
13	Symlet 6	27.9034	9.0137	92.637	51.40 kb
14	Symlet 7	25.2346	13.1557	91.9349	51.01 kb
15	Symlet 8	23.1651	16.8772	92.0757	51.09 kb
16	Coiflet 1	Inf	0	99.3665	55.14 kb
17	Coiflet 2	52.9238	0.055346	96.1813	53.37 kb
18	Coiflet 3	43.8106	0.45034	90.3775	50.15 kb
19	Coiflet 4	37.6999	1.7644	90.8509	50.41 kb
20	Coiflet 5	33.5045	3.8911	93.2811	51.76 kb

Tabel 1: Citra image23.jpg (55.4 KB) dikompresi menggunakan berbagai wavelet menghasilkan ukuran file yang berbeda. *Haar* wavelet menghasilkan ukuran 55.14 KB. *Daubechies* wavelet berkurang dari 53.32 KB (*Daubechies* 2) hingga 51.87 KB (*Daubechies* 8). *Symlet* wavelets lebih efisien, terkecil 49.70 KB (*Symlet* 3) dan tertinggi 53.11 KB (*Symlet* 2). *Coiflet* wavelets beragam dari 55.14 KB (*Coiflet* 1) hingga 50.15 KB (*Coiflet* 3). *Symlet* 3 memberikan kompresi terbaik dengan 49.70 KB.

Kualitas citra terkompresi diukur menggunakan beberapa metrik. Pertama, *PSNR* (*Peak Signal-to-Noise Ratio*) mengukur kualitas citra terkompresi dengan nilai lebih tinggi menunjukkan kualitas yang lebih baik. Transformasi *Haar* dan *Coiflet* 1 mencapai *PSNR* tak terhingga, menandakan kualitas yang sangat baik. Kedua, *MSE* (*Mean Squared Error*) mengukur perbedaan antara citra asli dan citra terkompresi, dengan nilai lebih rendah menunjukkan kualitas yang lebih baik. Ketiga, rasio kompresi mengukur efisiensi kompresi, dengan nilai lebih tinggi menunjukkan efisiensi yang lebih baik. Sebagai contoh, *Coiflet* 2 menghasilkan *PSNR* sebesar 52.92 dB, *MSE* sebesar 0.0553, dan rasio kompresi sebesar 96.18%.

B. Pembahasan

Haar dan *Coiflet* 1 memberikan *PSNR* tak terhingga dengan kualitas sangat baik dan ukuran 55.14 KB (99.49% dari ukuran asli). *Symlet* 3 menunjukkan kompresi terbaik dengan ukuran terkecil 49.70 KB dan pengurangan sebesar 10.27%. *Daubechies* menawarkan keseimbangan antara ukuran file dan kualitas, meskipun ukurannya lebih besar dibandingkan dengan *Haar* dan *Coiflet*. *Symlet* secara umum memberikan efisiensi kompresi yang sangat baik, terutama pada *Symlet* 3. *Coiflet* juga menunjukkan performa yang baik, dengan *Coiflet* 2 memberikan *PSNR* sebesar 52.92 dB dan rasio kompresi sebesar 96.18%.

IV. KESIMPULAN

Studi ini menguji empat jenis wavelet (*Haar*, *Daubechies*, *Symlet*, *Coiflet*) dalam konteks kompresi citra digital menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform (DWT)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Haar* dan *Coiflet 1* mampu mencapai kompresi hingga 99.49% dari ukuran asli citra image23.jpg, dengan kualitas citra yang sangat baik (*PSNR* tak terhingga). *Symlet 3*, di sisi lain, menunjukkan performa terbaik dalam hal ukuran file terkompresi, mencapai pengurangan hingga 10.27% dengan ukuran file 49.70 KB. Analisis ini memberikan wawasan penting tentang pemilihan wavelet yang tepat dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas kompresi citra digital..

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Nusantara PGRI Kediri atas dukungan dan fasilitas yang diberikan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mala, H. Siregar, S. Sinurat, and I. Saputra, "PERBANDINGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM DAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM UNTUK PENINGKATAN HASIL CITRA USG," 2018.
- [2] D. Kristomo and A. Kusjani, "PERBANDINGAN MOTHER WAVELET UNTUK EKSTRAKSI CIRI ISYARAT TUTUR," *Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 6, no. 2, pp. 133–141, 2022.
- [3] A. Yasir and B. Solihin Hasugian, "Universitas Dharmawangsa PENGGUNAAN TEKNIK KOMPRESI JPEG DALAM PERANCANGAN KOMPRESI CITRA DIGITAL MEMAKAI FUNGSI GUI PADA MATLAB."
- [4] I. G. A. Garnita Darma Putri, N. P. Sastra, I. M. O. Widyantara, and D. M. Wiharta, "Kompresi Citra Medis dengan DWT dan Variable Length Code," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 20, no. 2, p. 187, Dec. 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i02.p02.
- [5] W. Rahman Listiyanto Nugroho and D. Putra Pamungkas, "PENERAPAN METODE 2D MEDIAN FILTER PADA PERBAIKAN CITRA DAUN BAWANG MERAH."
- [6] D. Putra Pamungkas, K. KUNCI Anggrek, and O. Korespondensi, "Ekstraksi Citra menggunakan Metode GLCM dan KNN untuk Identifikasi Jenis Anggrek (*Orchidaceae*)," vol. 1, no. 2, pp. 51–56, 2019.
- [7] B. D. Raharja and P. Harsadi, "IMPLEMENTASI KOMPRESI CITRA DIGITAL DENGAN MENGATUR KUALITAS CITRA DIGITAL," *Jurnal Ilmiah SINUS*, vol. 16, no. 2, Aug. 2018, doi: 10.30646/sinus.v16i2.363.
- [8] D. P. Pamungkas and A. B. Setiawan, "IMPLEMENTASI EKSTRAKSI FITUR DAN K-NEAREST NEIGHTBOR UNTUK IDENTIFIKASI WAJAH PERSONAL," 2018.
- [9] I. Sutrisman, N. Widiyasono, and H. Sulastri, "IMPLEMENTASI ALGORITMA DISCRETE COSINE TRANSFORM UNTUK KOMPRESI CITRA PADA MARKER-BASED TRACKING AUGMENTED REALITY," 2020.
- [10] A. I. Maulana, C. I. Isnawan, M. Imam, Y. Mustofa, and P. Pamungkas, "Identifikasi Kepribadian Dari Tulisan Tangan Menggunakan Euclidean Distance," 2023.
- [11] A. M. Faza, C. Slamet, and D. Nursantika, "Analisis Kinerja Kompresi Citra Digital dengan Komparasi DWT, DCT dan Hybrid (DWT-DCT)," no. 1, 2016.
- [12] J. Sahertian and S. Akbar, "Automatic image annotation using CMRM with scene information," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 15, no. 2, pp. 693–701, Jun. 2017, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v15i2.5160.