

**ANALISIS KINERJA KOMPRESI CITRA DIGITAL  
DENGAN KOMPARASI DCT DAN DWT**

Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 pada  
Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

FADHILAH AKBAR PUTRA, AZ  
NIM : 09021381823109

**Jurusan Teknik Informatika  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

## ANALISIS KINERJA KOMPRESI CITRA DIGITAL DENGAN KOMPARASI DCT DAN DWT

Oleh:

Fadhilah Akbar Putra, AZ  
NIM: 09021381823109

Palembang, 3 Januari 2023

Pembimbing I



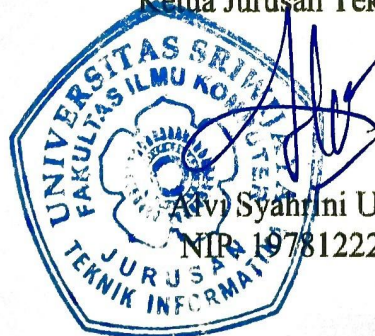
Samsuryadi, M.kom., Ph.D.  
NIP. 197102041997021003

Pembimbing II



Rizki Kurniati, M.T.  
NIP. 199107122019032916

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Arvi Syahrini Utami, M.Kom  
NIP. 197812222006042003

## TANDA LULUS UJIAN SIDANG KRIPSI

Pada hari Selasa, tanggal 3 Januari 2023 telah dilaksanakan ujian sidang skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

**N a m a** : FADHILAH AKBAR PUTRA,AZ  
**N I M** : 09021381823109  
**Judul** : Analisis kinerja kompresi citra digital dengan komparasi DCT dan DWT

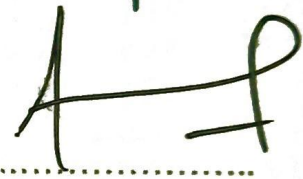
### 1. Ketua Penguji

Novi Yusliani, M.T.  
NIP. 198211082012122001



### 2. Penguji I

Dr. M. Fachrurrozi, M.T.  
NIP. 198005222008121002



### 3. Pembimbing I

Samsuryadi, M.kom., Ph.D.  
NIP. 197102041997021003



### 4. Pembimbing II

Rizki Kurniati, M.T.  
NIP. 199107122019032916



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom  
NIP. 197812222006042003

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fadhilah Akbar Putra,AZ  
Nim : 09021381823109  
Program studi : Teknik Informatika Bilingual  
Judul : Analisis Kinerja Kompresi Citra Digital dengan Komparasi  
DCT dan DWT

**Hasil Pengecekan *software iThenticate/Turnitin* : 11%**

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 15 Desember 2022

Yang menyatakan,



Fadhilah Akbar Putra, AZ  
NIM : 09021381823109

Motto :

- Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan
- Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak.
- Keberanian, atau keikhlasan. Jika tidak berani, ikhlaslah menerimannya. jika tidak ikhlas, beranilah mengubahnya.
- Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

- Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
- Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan banyak cinta dan kasih sayang serta selalu mendukung dan mendoakan setiap langkah anaknya.
- Kakak dan adik yang selalu mendukung, menyemangati dan mendoakan kesuksesan saya
- Pak samsuryadi dan Ibu Rizki selaku pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing saya
- Teman teman TIBILC yang telah banyak membantu, memberi masukan serta semangat hingga laporan ini dapat diselesaikan.

## ABSTRACT

Digital images that have a large size require large storage. One way to reduce the size of the image is by compression. Compression is the process of minimizing the size of an image to produce a denser or lighter digital representation. In this study using the DCT and DWT Algorithms. The research data are as many as 5 objects, namely animals, clouds, flowers, nature and people. Image data formats are JPG, JPEG and PNG. The highest value of the compression ratio (CR) is obtained for natural objects, namely 46.92%. The lowest mean square error (MSE) value was obtained for cloud objects, namely 2.45 dB. the highest peak signal to noise ratio (PSNR) value was obtained on cloud objects with a value of 45.22 dB. Based on the average results for each image format, the DWT algorithm has the best average digital image compression results than the DCT algorithm and the average values for each test are CR 57.53%, MSE 3.32db and PSNR 43.57dB.

***Keyword : Image Compression, DCT, DWT, Compression Ratio***

## ABSTRAK

Citra digital yang memiliki ukuran besar memerlukan penyimpanan besar. Salah satu cara mengurangi ukuran citra adalah dengan kompresi. Kompresi merupakan proses meminimalkan ukuran citra untuk menghasilkan representasi digital lebih padat atau ringan. Pada penelitian ini menggunakan Algoritma DCT dan DWT. Data penelitian adalah sebanyak 5 objek yaitu hewan, awan, bunga, alam dan orang. Format data citra adalah JPG, JPEG dan PNG. Nilai tertinggi pada *compression ratio* (CR) didapat pada objek alam yaitu 46.92%. Nilai *mean square error* (MSE) terendah diperoleh objek awan yaitu 2.45 dB. nilai *peak signal to noise ratio* (PSNR) tertinggi didapat pada objek awan dengan nilai 45.22 dB. Berdasarkan hasil rata-rata setiap format citra, algoritma DWT memiliki rata-rata hasil kompresi citra digital yang paling baik daripada algoritma DCT dan nilai rata-rata untuk setiap pengujian yaitu CR 57,53%, MSE 3,32db dan PSNR 43.57dB.

**Kata Kunci : Kompresi Citra, DCT, DWT, *Compression Ratio***

## **Kata Pengantar**

Alhamdulillahirabbil'alamin. Segala puji dan syukur Penyusun panjatkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat, rezeki, hidayah dan pertolongan-Nya lah Penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "Analisis Kinerja Kompresi Citra dengan Komparasi DCT dan DWT" sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan dan memperoleh gelar serjana strata satu (S1) Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya. Dalam menyelesaikan laporan skripsi ini, penyusun banyak memperoleh bimbingan, bantuan, dukungan dan doa dari berbagai pihak hingga terselesainya laporan ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, Bapak Jaidan Jauhari, Spd., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
3. Kedua orang tua, Ayah, Ibu saudara dan saudariku yang telah memberi dukungan, semangat dan doa kepada penyusun.
4. Dosen Pembimbing Akademik, Ibu Desty Rodiah, M.T. yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penyusun selama kuliah..
5. Dosen Pembimbing 1, Pak Samsuryadi, M.kom., Ph.D yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penyusun dalam menyusun skripsi.



6. Dosen Pembimbing 2, Ibu Rizki Kurniati, M.T. yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penyusun dalam menyusun skripsi.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah mengajar dan memberikan banyak ilmu pengetahuan kepada penyusun.
8. Rekan-rekan mahasiswa Kelas TIBILC Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberi dukungan dan semangat kepada penyusun.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam penyusunan skripsi.

Akhir kata penyusun mengharapkan semoga skripsi ini bermanfaat bagi penyusun dalam menambah wawasan dan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang Teknik Informatika. Penyusun sadar dalam proses pembuatan skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu pesan, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penyusun butuhkan dan harapkan agar menjadi lebih baik lagi kedepannya.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRACT .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1 Pendahuluan .....	I-1
1.2 Latar Belakang .....	I-1
1.3 Rumusan Masalah .....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Batasan Masalah .....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-4
1.8 Kesimpulan .....	I-5
BAB II KAJIAN LITERATUR .....	II-1
2.1 Pendahuluan .....	II-1

2.2 Landasan Teori .....	II-1
2.2.1 Citra Digital .....	II-1
2.2.2 Kompresi Citra .....	II-2
2.2.2.1 Kompresi <i>Lossy</i> .....	II-2
2.2.2.1 Kompresi <i>Lossless</i> .....	II-3
2.2.3 <i>Discrete Cosine Transform (DCT)</i> .....	II-3
2.2.3.1 <i>Discrete Cosine Transform – 2 Dimension</i> .....	II-3
2.2.4 <i>Discrete Wavelet Transform (DWT)</i> .....	II-4
2.2.5 Pengujian dan Analisis .....	II-8
2.2.5.1 <i>Compression ratio (CR)</i> .....	II-8
2.2.5.2 <i>Mean Square Error (MSE)</i> .....	II-9
2.2.5.3 <i>Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)</i> .....	II-10
2.2.6 <i>RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP)</i> .....	II-11
2.2.6.1 Tahap Insepsi .....	II-11
2.2.6.2 Tahap Elaborasi .....	II-11
2.2.6.3 Tahap Konstruksi .....	II-12
2.2.6.4 Tahap Transisi .....	II-12
2.2.7 <i>Purposive Sampling</i> .....	II-12
2.3 Penelitian Terkait .....	II-12
2.4 Kesimpulan .....	II-16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	III-1
3.1 Pendahuluan .....	III-1
3.2 Pengumpulan Data .....	III-1

3.2.1 Jenis dan Sumber Data .....	III-1
3.2.2 Metode Pengumpulan Data .....	III-1
3.3 Tahapan Penelitian .....	III-3
3.3.1 Kerangka Kerja Penelitian .....	III-4
3.3.2 Kriteria Pengujian .....	III-5
3.3.3 Format Data Pengujian .....	III-7
3.3.4 Alat yang digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian .....	III-7
3.3.5 Pengujian Perangkat Lunak .....	III-7
3.3.6 Hasil dan Analisis .....	III-8
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	III-8
3.4.1 Tahap Insepsi .....	III-9
3.4.2 Tahap Elaborasi .....	III-9
3.4.3 Tahap Konstruksi .....	III-9
3.4.4 Tahap Transisi .....	III-10
3.5 Manajemen Proyek Penelitian .....	III-10
3.5 Kesimpulan .....	III-13
<b>BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK .....</b>	<b>III-1</b>
4.1 Pendahuluan .....	IV-1
4.2 <i>Rational United Process</i> (RUP) .....	IV-1
4.2.1 Tahap Insepsi .....	IV-1
4.2.2 Tahap Elaborasi .....	IV-7
4.2.3 Tahap Konstruksi .....	IV-13
4.2.4 Tahap Transisi .....	IV-15

4.2 Kesimpulan .....	IV-18
BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN .....	V-1
5.1 Pendahuluan .....	V-1
5.2 Data Hasil Percobaan .....	V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan .....	V-1
5.2.2 Data Hasil Konfigurasi I .....	V-1
5.2.3 Data Hasil Konfigurasi II .....	V-3
5.2.4 Data Hasil Konfigurasi III .....	V-5
5.3 Analisis Hasil Penelitian .....	V-7
5.4 Kesimpulan .....	V-11
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	VI-1
5.1 Kesimpulan .....	VI-1
5.2 Saran .....	VI-1
DAFTAR PUSTAKA .....	xvii

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Penelitian terkait .....	II-12
Tabel III-1 Kriteria Pengujian Parameter MSE .....	III-4
Tabel III-2 Kriteria Pengujian Parameter PSNR .....	III-5
Tabel III-3 Kriteria Pengujian Parameter CR .....	III-5
Tabel III-4 Alat yang digunakan untuk Membangun Perangkat lunak .....	III-7
Tabel III-5 Rancangan Tabel Hasil .....	III-8
Tabel III-6 Rencana Kegiatan Proyek Penelitian (WBS) .....	III-10
Tabel IV-1 Kebutuhan Fungsional .....	IV-1
Tabel IV-2 Kebutuhan Non Fungsional .....	IV-2
Tabel IV-3 Skenario <i>Use Case</i> Memilih dan Memasukkan citra .....	IV-8
Tabel IV-4 Skenario <i>Use Case</i> Memproses Kompresi Citra .....	IV-8
Tabel IV-5 Penjelasan Kelas pada Kode Program .....	IV-13
Tabel IV-6 Black-Box Testing .....	IV-17
Tabel V-1 Hasil Pengujian DCT Percobaan I .....	V-2
Tabel V-2 Hasil Pengujian DWT Percobaan I .....	V-3
Tabel V-3 Hasil Pengujian DCT Percobaan II .....	V-4
Tabel V-4 Hasil Pengujian DWT Percobaan II .....	V-4
Tabel V-5 Hasil Pengujian DCT Percobaan III .....	V-5
Tabel V-6 Hasil Pengujian DWT Percobaan III .....	V-6
Tabel V-7 Rata-Rata Nilai untuk objek hewan DCT dan DWT .....	V-8
Tabel V-8 Rata-Rata Nilai untuk objek awan .....	V-9
Tabel V-9 Rata-Rata Nilai untuk objek bunga .....	V-9

Tabel V-10 Rata-Rata Nilai untuk objek alam .....	V-10
Tabel V-11 Rata-Rata Nilai untuk objek wajah .....	V-10
Tabel V-12 Rata-Rata Nilai untuk algoritma DCT dan DWT .....	V-12

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Skema filtering DWT 1 .....	II-6
Gambar II-2 Skema filtering DWT 2 .....	II-6
Gambar III-1 Contoh Dataset yang telah di unduh .....	III-2
Gambar III-2 Tahapan Penelitian .....	III-3
Gambar III-3 Kerangka Kerja Penelitian .....	III-4
Gambar IV-1 <i>Use Case Diagram</i> .....	IV-3
Gambar IV-2 <i>Activity Diagram</i> Masukkan Citra .....	IV-9
Gambar IV-3 <i>Activity Diagram</i> Kompresi Citra .....	IV-9
Gambar IV-4 <i>Sequence Diagram</i> Masukkan Citra .....	IV-10
Gambar IV-5 <i>Sequence Diagram</i> Kompresi Citra .....	IV-11
Gambar IV-6 <i>Class Diagram</i> Perangkat Lunak .....	IV-12
Gambar IV-7 Rancangan Antarmuka Pengguna .....	IV-13
Gambar IV-8 Implementasi Antarmuka Pengguna .....	IV-15



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan dan kesimpulan.

### 1.2 Latar Belakang

Penggunaan citra digital saat ini telah menjadi bagian yang sangat penting dari seluruh aktivitas manusia, mulai dari kebutuhan hiburan hingga kebutuhan pekerjaan sehari-hari (Prasetyo, 2021). Data digital disebarakan melalui jaringan internet dengan mudah dan cepat. Semakin banyak penggunaan citra digital tersebut, sehingga ruang penyimpanan yang dibutuhkan semakin besar juga (Clinton et al., 2017). Selain itu, jika ukuran citra yang besar proses pengirimannya melalui jaringan internet menjadi lambat (Krasnala et al., 2017). Salah satu cara mengurangi penggunaan penyimpanan data adalah dengan kompresi. Proses kompresi merupakan proses meminimalkan ukuran citra untuk menghasilkan representasi digital lebih padat atau ringan (Sutrisman et al., 2020).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Hardi dkk. (2019) dengan algoritma RLE (*Run Length Encoding*) nilai CR (*Compression Ratio*) pada citra RGB(*Red Green and Blue*) sebesar -48.465% dan *grayscale* sebesar 69.35 % sedangkan pada *fibonacci* pada citra pada citra RGB sebesar 19.03% dan *grayscale* sebesar 36.58%. Menurut Asmara dkk. (2019) algoritma RLE didapat

CR rata-rata sebesar -18.17% dan huffman nilai CR rata-rata sebesar 35.36%. Penelitian yang dilakukan Sugara dkk. (2018) hasil kompresi citra pada algoritma DCT (*discrete cosine transform*) nilai CR sebesar 77% dan huffman 87%. Saputra dkk. (2020) melakukan penelitian pada algoritma kompresi DWT (*discrete wavelet transform*) hasil kompresi citra didapat nilai CR Daubechies 75,05%, Haar 76,12% dan Symlets 75,12%. Hasil terbaik didapat pada Haar dengan nilai rata – rata MSE (*Mean Square Error*) 1,76 dB, PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) 55,23 dB dan rasio kompresi 76,12%. Penelitian yang dilakukan Najiyah (2020) dengan jumlah 30 citra berformat JPEG. Hasil kompresi DCT rata-rata nilai PSNR sebesar 37.28 db dan nilai MSE nya rata-rata sebesar 12.25 db. Hasil kompresi DWT rata-rata PSNR sebesar 57.37 db dan rata-rata MSE sebesar 0.025 db. Clinton dkk.(2017) nilai MSE pada DCT rata-rata sebesar 17.97db dan DWT sebesar 20 db. Janaa & Mandal (2020) pada DWT nilai PSNR sebesar 40 db dan CR 57%. Rahman dkk. (2021) dengan algoritma DWT rata-rata MSE sebesar 6 db dan PSNR sebesar 40 db. Brahimi dkk. (2021) dengan algoritma DCT didapat PSNR diatas 30 db dan CR 26%. Sutrisman dkk. (2020) dengan algoritma DCT mampu mengompresi hingga 26% dengan nilai MSE rata-rata sebesar 0.429 db dan nilai PSNR rata-rata sebesar 30.65 db.

Berdasarkan Latar Belakang tersebut, penelitian ini akan mengkaji komparasi terhadap kompresi citra digital dengan algoritma DCT dan DWT menggunakan format citra digital (*Joint Photographic Group*) JPG, (*Joint Photographic Experts Group*) JPEG dan (*Portable Network Graphics*) PNG.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dimuat, maka didapat rumusan masalah pada penelitian ini, sebagai berikut :

1. Berapa besar nilai *Compression Ratio* mengkompresi citra digital menggunakan algoritma DCT, DWT?
2. Apakah menggunakan format citra yang berbeda mempengaruhi hasil kompresi citra algoritma DCT dan DWT?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil *compression ratio* algoritma DCT dan DWT terhadap kompresi citra digital.
2. Analisis perbandingan dari hasil kompresi citra digital dengan format JPG, JPEG dan PNG menggunakan algoritma DCT dan DWT.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini dapat memberikan informasi hasil *compression ratio* algoritma DCT dan DWT dalam melakukan kompresi citra digital dengan objek citra yang berbeda.

2. Memberikan informasi perbedaan hasil analisis dari kompresi citra digital menggunakan algoritma DCT dan DWT dari 3 format citra digital yang berbeda.

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian yang akan dilakukan, sebagai berikut :

1. Data citra yang digunakan terbagi atas 5 kategori yaitu citra hewan, citra awan, citra bunga, citra alam dan citra orang.
2. Format citra yang digunakan adalah JPG, JPEG, dan PNG.
3. Setiap objek sebanyak 3 format dengan masing-masing citra sebanyak 5 buah.
4. Dimensi citra yang digunakan adalah 320 pixel x 240 pixel.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan dan kesimpulan. Bab ini menjelaskan gambaran umum dari semua kegiatan yang akan dilakukan pada penelitian.

#### **BAB II. Kajian Literatur**

Pada bab kajian literatur membahas dasar teori untuk menyelesaikan masalah pada penelitian. Kajian literatur bertujuan untuk dasar untuk melakukan analisis terhadap algoritma kompresi citra.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab Metodologi penelitian membahas dari tahapan penelitian, metode penelitian dan manajemen proyek penelitian. Tahapan penelitian dijadikan sebagai dasar untuk melakukan analisis kinerja kompresi citra terhadap algoritma DCT dan DWT.

### **BAB IV PENGEMBANGANG PERANGKAT LUNAK**

Pada bab pengembangan perangkat lunak membahas tentang metode *Rational Unified Process* (RUP) dan tahapannya yang akan digunakan dalam mengembangkan perangkat lunak.

### **BAB V HASIL DAN ANALISIS**

Pada bab hasil dan analisis membahas data hasil percobaan atau penelitian dan analisis hasil penelitian yang dilakukan pada penelitian.

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab kesimpulan dan saran membahas kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan.

#### **1.8 Kesimpulan**

Pada bab pendahuluan ini dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dilakukan untuk membuktikan kinerja metode yang terbaik dalam melakukan kompresi citra. Dengan dilakukannya penelitian ini, maka mahasiswa diharapkan mampu menerapkan, membandingkan, dan menganalisis teori dan ilmu pengetahuan yang didapat dengan kondisi yang sebenarnya sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam hal ilmu pengetahuan pada bidang citra.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahman, Asma Abdullellah., Hamad, saad Hussein Abed., Rasheed, Muhammad., Rashid, Taha., & Alkhazraji., Mohammed Thamer kamil. The Application of Color Image Compression Based on Discrete Wavelet Transform. *Journal of Al-Qadisiyah for computer science and mathematics*, 2021, 13.1: Page 18–25-Page 18–25.
- Andono, Pulung Nurtantio., T. Sutojo., & Muljono. (2017). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- ASMARA, Rosa Andrie; PRASETYO, Arief; AKBAR, Gilang Rizki. Analisis perbandingan algoritma rle dan huffman pada kompresi citra. In: Seminar Informatika Aplikatif Polinema. 2019. p. 323-329.
- Brahimi, N., Bouden, T., Brahimi, T., & Boubchir, L. (2021). Lossy image compression based on efficient multiplier-less 8-points DCT. *Multimedia Systems*, 1-12.
- Clinton, R. R., & Sari, L. O. (2017). *Analisa Perbandingan Algoritma DCT, Haar Wavelet, Huffman dan LZW pada Kompresi Citra Digital Menggunakan Matlab R2013a* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing* (4th edition). Pearson.
- HARDI, S. M., et al. Comparative analysis run-length encoding algorithm and fibonacci code algorithm on image compression. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2019. p. 012107.

- Janaa, S., & Mandalb, S. DWT BASED IMAGE COMPRESSION USING MODIFIED EMBEDDED ZERO TREES WAVELET ENCODING.
- Krasmala, R., Budimansyah, A., & Lenggana, U. T. (2017). Kompresi citra dengan menggabungkan metode discrete cosine transform (DCT) dan algoritma Huffman. *Jurnal Online Informatika*, 2(1), 1-9.
- N Annalakshmi. Lossy Image Compression Techniques. *International Journal of Computer Applications* 183(20):30-34, August 2021.
- Najiyah, I. (2020). Analisis Perbandingan Discrete Cosine Transform Dan Discrete Wavelet Transform Untuk Kompresi Citra. *Jurnal Responsif: Riset Sains dan Informatika*, 2(1), 106-117.
- Prasetyo, Y. P. W.(2021). Image Compression Using Method On DCT (Discrete Cosine Transform) Low Resolution Camer, .4(03),18-30
- Saputra, T. I., Fauziah, F., & Hayati, N. (2019). Implementasi Discrete Wavelet Transform Pada Aplikasi Kompresi Citra Medis. *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan*, 4(2), 101-107.
- Sembiring, A. S. (2018). Analisis Penerapan Metode Lossy Pada Kompresi Citra Steganografi. *MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem)*, 3(2599-3089), 1.
- Sugara, N. L., Purboyo, T. W., & Prasasti, A. L. (2018). Comparative analysis of image compression using huffman and DCT Method on JPG Image. *J. Eng. Appl. Sci*, 13, 4447-4452.

- Suryaningrat, I. G. N. J., Sanjaya, G. D., Hadi, R., & Suwirmayanti, N. L. G. P. (2018). Kompresi Citra Digital Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform.
- Susilowati, S. (2017). Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Makam Baru Menggunakan Metode Rational Unified Process (Studi kasus pada Taman Pemakaman Umum Joglo Jakarta Barat). *Pilar Nusa Mandiri: Journal of Computing and Information System*, 13(1), 92-97.
- Sutrisman, I., Widiyasono, N., & Sulastri, H. Implementasi Algoritma Discrete Cosine Transform Untuk Kompresi Citra Pada Marker-Based Tracking Augmented Reality. *Computation: Journal of Computer Science and Information Systems*, 4(1), 45-54.