

**PENGOPTIMALAN KOMPRESI IMAGE 2D  
MENGUNAKAN ALGORITMA *DISCRETE WAVELET*  
*TRANSFORM***

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik UNP Kediri



OLEH:

ABI IHSAN FADLI

NPM:17.1.03.02.0044

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

**2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi Oleh :

**ABI IHSAN FADLI**  
NPM: 17.1.03.02.0044

Judul :

**PENGOPTIMALAN KOMPRESI IMAGE 2D MENGGUNAKAN  
ALGORITMA *DISCRETE WAVELET TRANSFORM***

Telah disetujui untuk diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Nusantara PGRI Kediri

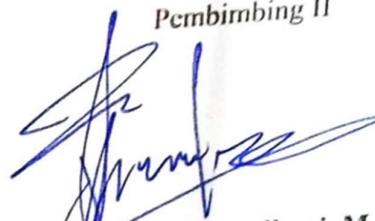
Tanggal : 1 juli 2024

Pembimbing I



**Resty Wulanningrum, M.Kom**  
NIDN.0719068702

Pembimbing II



**Dr. Risky Aswi Ramadhani, M.Kom.**  
NIDN. 0708049001

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Oleh :

**ABI IHSAN FADLI**  
NPM: 17.1.03.02.0044

Judul :

### **PENGOPTIMALAN KOMPRESI IMAGE 2D MENGGUNAKAN ALGORITMA *DISCRETE WAVELET TRANSFORM***

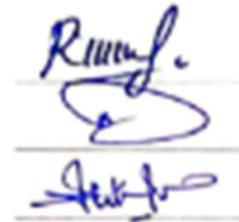
Telah dipertahankan di depan Panitia/Sidang Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada Tanggal : 25 Juli 2024

#### **Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Persyaratan**

Panitia Penguji :

1. Ketua : Resty Wulanningrum, M.Kom.
2. Penguji I : Daniel Swanjaya, M.Kom.
3. Penguji II : Intan Nur Farida, M.Kom.



Mengetahui,  
Dekan FTIK



**Dr. Sulistiono, MSI**  
NIP. 0007076801

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : ABI IHSAN FADLI  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat/tgl.lahir : Kutai/04 Juli 1999  
NPM : 17.1.03.02.0044  
Fak/Jur./Prodi. : Fakultas Teknik/S1 Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 25 Juli 2024  
Yang Menyatakan



Abi Ihsan Fadli  
NPM. 17103020044

## MOTTO

“Jika aku menyembah-Mu karena takut api neraka-Mu, bakarlah aku di dalamnya. Dan jika aku menyembah-Mu karena mengharap surga-Mu, haramkanlah aku daripadanya. Namun jika aku menyembah-Mu karena kecintaanku kepada-Mu, jangan palingkan wajah-Mu dariku.” — Rabiah Al-Adawiyah

## ABSTRAK

**Abi Ihsan Fadli** Pengoptimalan Kompresi Image 2D Menggunakan Algoritma *Discrete Wavelet Transform*, Skripsi, Teknik Informatika, FKIP UN PGRI Kediri, 2024.

Kata kunci: Kompresi citra, Discrete Wavelet Transform (DWT), Peak Signal-to-Noise Ratio (PNSR), Mean Squared Error (MSE), Rasio kompresi.

Kebutuhan akan penyimpanan digital yang efisien dan berbagi file foto ijazah secara elektronik seringkali memiliki ukuran besar yang menyebabkan masalah penyimpanan serta aksesibilitas. Oleh karena itu, diperlukan optimasi ukuran file tanpa mengorbankan kualitas visualnya. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah kompresi citra menggunakan algoritma Discrete Wavelet Transform (DWT).

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma DWT dengan beberapa jenis wavelet seperti Haar, Daubechies, Symlets, dan Coiflets untuk mengevaluasi kinerja kompresi berdasarkan parameter Peak Signal-to-Noise Ratio (PNSR), Mean Squared Error (MSE), dan rasio kompresi. Proses kompresi dilakukan pada file gambar berwarna dengan format jpg, png, dan jpeg.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan wavelet Symlet 2 memberikan nilai PNSR yang tinggi (48.4663 dB) dan MSE yang rendah (0.15481), menunjukkan bahwa kualitas visual dari gambar hasil kompresi masih cukup baik dan serupa dengan gambar asli. Rasio kompresi mencapai 80.7522%, yang berarti ukuran file berhasil dikurangi secara signifikan tanpa mengorbankan kualitas visual yang penting.

Disimpulkan bahwa pemilihan jenis wavelet yang tepat dalam algoritma DWT sangat penting untuk mencapai kompresi gambar yang optimal. Hal ini dapat diukur dengan nilai PNSR yang tinggi, MSE yang rendah, dan rasio kompresi yang optimal. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi penyimpanan citra dengan mengoptimalkan proses kompresi menggunakan algoritma DWT.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kami panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, karena hanya atas perkenan-Nya tugas skripsi ini dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini merupakan bagian dari rencana penelitian guna penyusunan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada jurusan Teknik Informatika.

Pada kesempatan kali ini saya ucapkan terimakasih dan penghargaan setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Dr. Sulistiono, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik yang selalu memberikan dukungan moral kepada mahasiswa
3. Risa Helillintar, M.kom. Ketua Program Studi Teknik Informatika yang selalu memberikan arahan kepada mahasiswa.
4. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan kepada mahasiswa.
5. Kedua Orang Tua saya dan keluarga tercinta atas do'a dan dukungannya.

Disadari bahwasanya skripsi ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan tegur sapa, kritik, dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan.

Kediri, 2024

Penulis,

Abi Ihsan Fadli

17.1.03.02.0044

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN .....	iii
MOTTO .....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
<b>BAB I : PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Batasan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	4
G. Metodologi penelitian.....	4
1. Studi Literatur .....	4
2. Analisa sistem .....	5
3. Perancangan sistem.....	5
4. Pengujian.....	5
5. Evaluasi sistem.....	5
6. Dokumentasi .....	5
H. Jadwal Penelitian .....	6
I. Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II : TINJAUAN PUSRAKA .....</b>	<b>8</b>
A. Landasan Teori .....	8
1. Pengolahan citra.....	8
2. <i>DWT (Discrete Wavelet Transform)</i> .....	9
3. <i>Wavelet haar</i> .....	11
4. <i>Wavelet Daubechies</i> .....	12
5. <i>Wavelet Symlets</i> .....	12
6. <i>Wavelet coiflets</i> .....	12
7. <i>PNSR</i> .....	13
8. Rasio kompresi.....	14
B. Kajian Pustaka .....	14
<b>BAB III : ANALISA DAN DESAIN SISTEM.....</b>	<b>17</b>
A. Analisa .....	17
1. File Gambar yang digunakan .....	17
2. Parameter yang diukur .....	18
B. Perangkat yang digunakan.....	19

C.	Desain Sistem .....	20
1.	Rancangan kompresi <i>Wavelet</i> .....	20
2.	Rancangan sistem.....	22
3.	Simulasi.....	23
4.	Analisa Kompresi.....	27
D.	Rancangan Tampilan Sistem .....	29
<b>BAB IV</b>	<b>:HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
A.	Studi Kasus .....	30
B.	Implementasi Program.....	30
1.	<i>Wavelet</i> Haar Daubechies .....	32
2.	<i>Wavelet</i> Symlets.....	35
3.	<i>Wavelet</i> Coiflets .....	38
C.	Pembahasan .....	40
<b>BAB V</b>	<b>: PENUTUP .....</b>	<b>42</b>
A.	Kesimpulan.....	42
B.	Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>44</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jadwal penelitian .....	6
Tabel 3. 1 Detail File Gambar. ....	17
Tabel 3. 2 Variasi Wavelet.....	21
Tabel 3. 3 Simulasi Matriks 4x4. ....	24
Tabel 3. 4 Transformasi Baris Matriks 4x4. ....	25
Tabel 3. 5 Transformasi Kolom Matriks 4x4. ....	26
Tabel 3. 6 Analisa Matriks 4x4. ....	27
Tabel 3. 7 Selisih Kuadrat Matriks 4x4. ....	28
Tabel 3. 8 Hasil Analisis. ....	28
Tabel 4. 1 Bahan Percobaan. ....	31
Tabel 4. 2 Ukuran file sesudah dikompresi. ....	32
Tabel 4. 3 Data Hasil Kompresi Wavelet Haar. ....	33
Tabel 4. 4 Ukuran file sesudah dikompresi. ....	35
Tabel 4. 5 Data Hasil Kompresi Wavelet Symlets. ....	36
Tabel 4. 6 Ukuran file sesudah dikompresi. ....	38
Tabel 4. 7 Data Hasil Kompresi Wavelet Coiflets. ....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Dekomposisi DWT. ....	10
Gambar 3. 1 Data Flow Diagram. ....	22
Gambar 3. 2 Flowchart Program. ....	23
Gambar 3. 3 Tampilan Program ....	29
Gambar 4. 1 implementasi program. ....	31

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kebutuhan untuk penyimpanan file citra yang besar semakin banyak, kebutuhan ini disebabkan oleh file citra yang harus disimpan semakin banyak dan bertambah besar, misalnya dari berbagai bidang usaha seperti Pendidikan, kedokteran, perbankan dan lain sebagainya yang membutuhkan citra untuk menyimpan representasi visual. Rentang ukuran citra dapat bervariasi mulai dari beberapa kilobit hingga beberapa *gigabit*, tergantung pada kompleksitas dan resolusi gambar yang dihasilkan. Namun sebuah media penyimpanan yang tersedia pada komputer memiliki batas penyimpanan yang jika penuh akan berpengaruh pada kinerja dari komputer tersebut.

Kampus dengan populasi siswa yang besar menghadapi masalah serupa, khususnya dalam penyimpanan dan manajemen foto ijazah. Setiap tahun, kampus menghasilkan ribuan gambar foto ijazah sebagai dokumen penting yang memenuhi persyaratan administratif dan memiliki nilai sentimental bagi siswa dan keluarga mereka. Ukuran foto ijazah yang besar, dengan resolusi tinggi dan detail cermat, menyebabkan file-file ini memakan ruang penyimpanan yang signifikan. Mengirim atau berbagi foto ijazah melalui email atau platform online juga membutuhkan waktu lama karena ukuran file yang besar, sehingga menambah beban pada infrastruktur penyimpanan data dan aksesibilitas kampus.

Citra merupakan salah satu komponen penting dalam berbagai bidang sebagai bentuk informasi visual. Besarnya memori data digital yang diperlukan serta perlunya kecepatan untuk mentransmisikan data

citra digital dengan cepat tanpa harus merusak informasi didalamnya, merupakan permasalahan yang kerap muncul.

Salah satu teknik dalam pengolahan citra yang dapat meringankan beban penyimpanan data adalah proses kompresi. Proses kompresi merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat atau mampat namun tetap dapat mewakili kuantitas informasi yang terkandung pada data tersebut (R. C. Gonzales and R. E. Woods dalam Iwan Sutrisman, Nur Widiyasono dan Heni Sulastri,2020).

Proses *DWT (Discrete Wavelet Transform)* merupakan konsep yang sederhana, dalam hal ini citra yang diTransformasikan didekomposisikan terlebih dahulu menjadi sub-sub image sesuai dengan *level(tingkat) Transformasi* yang diinginkan. pengolahan citra digital dalam bidang kompresi citra berbasis *Transformasi Wavelet (gelombang singkat)* didasari bahwa *koefisien-koefisien* hasil proses *Transformasi Wavelet* bertujuan untuk meminimalkan kebutuhan penyimpanan(*storage*) dalam merepresentasi citra digital.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh saragih(2019) dan harahap(2019) dalam sebuah jurnal, telah disimpulkan bahwa kompresi merupakan sebuah proses pengubahan sekumpulan data menjadi suatu bentuk kode untuk menghemat kebutuhan tempat penyimpanan dan waktu untuk transmisi data. sedangkan menurut saragih (2020) dan utomo (2020) kompresi data adalah proses pengubahan sekumpulan data menjadi bentuk kode yang lebih rendah dari representasi data yang tidak terkodekan dengan suatu *encoding* tertentu. kompresi data dilakukan dengan mengkodekan setiap karakter menjadi pesan kode yang lebih pendek, dengan tujuan untuk menghemat kebutuhan tempat penyimpanan dan waktu untuk transmisi data. Pengompresian digunakan untuk mempercepat proses

pengiriman dari karakter yang tidak terkodekan menjadi karakter terkodekan tertentu.

Dalam pembahasan kali ini proses yang akan dilakukan adalah dengan merancang sebuah aplikasi kompresi citra menggunakan *DWT* (*Discrete Wavelet Transform*) dengan tingkatan yang berbeda dari setiap keluarga *Wavelet* dan akan menghasilkan sebuah *file* yang sudah terkompresi yang berbeda-beda. Langkah langkah pada penelitian ini akan membagi citra masukan menjadi blok blok kecil kemudian diTransformasikan menggunakan *DWT*, Setelah *Transformasi koefisien* yang dihasilkan dapat dikuantisasi untuk mengurangi jumlah bit yang diperlukan untuk merepresentasikan citra dengan mengurangi presisi *koefisien* untuk mendapatkan hasil kompresi yang di inginkan.

## **B. Identifikasi Masalah**

Tahap identifikasi masalah pada penelitian ini yaitu dengan meningkatkan kebutuhan penyimpanan citra serta pemrosesan dalam kompresi citra yang efisien, menggunakan algoritma *DWT* (*Discrete Wavelet Transform*).

## **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, rumusan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan aplikasi untuk pengoptimalan kompresi image *2D* menggunakan algoritma *DWT* (*Discrete Wavelet Transform*)?
2. Bagaimana menilai kemampuan aplikasi untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan citra melalui penggunaan *DWT* (*Discrete Wavelet Transform*), dengan membandingkan ukuran *file* sebelum dan setelah kompresi?

#### **D. Batasan Masalah**

Penelitian ini akan berfokus pada pengoptimalan kompresi citra 2D menggunakan algoritma *DWT (Discrete Wavelet Transform)*. Pengoptimalan akan mencakup pemilihan keluarga *Wavelet* yang optimal dan tingkat *dekomposisi* yang sesuai untuk mencapai hasil kompresi yang diinginkan.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah merancang sebuah aplikasi kompresi citra 2D menggunakan *DWT (Discrete Wavelet Transform)* dengan tingkat yang berbeda dari setiap keluarga *Wavelet* untuk menghasilkan *file* yang sudah terkompresi dengan ukuran yang lebih kecil.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi penyimpanan citra dengan mengoptimalkan proses kompresi menggunakan algoritma *DWT*. Dengan demikian, ukuran *file* citra yang disimpan dapat dikurangi tanpa mengorbankan kualitas visualnya.

#### **G. Metodologi penelitian**

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif, kualitatif dengan teknik pengumpulan data menggunakan pemanfaatan dokumen yang tertulis dan telah tersedia, termasuk sumber-sumber yang tertulis dari hasil pendataan dan catatan program.

##### **1. Studi Literatur**

Dalam penelitian kali ini penulis melakukan pencarian dan perbandingan referensi dari berbagai literature yang mendukung penelitian ini terutama yang berhubungan dengan teknik kompresi

dan metode *DWT (Discrete Wavelet Transform)* serta perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem. Literatur sendiri dapat berupa artikel majalah, buku, jurnal dan media internet untuk menghasilkan data yang lebih detail.

## **2. Analisa sistem**

Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik-teknik analisis yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan melibatkan proses pengolahan dan interpretasi data untuk mendapatkan wawasan yang lebih dalam tentang pengoptimalan kompresi image *2D*.

## **3. Perancangan sistem**

Tahap ini penulis merancang desain sistem, desain *interorang* dan pengumpulan data yang akan digunakan. dari hasil rancangan tersebut akan dibuat sebuah perangkat yang akan membantu mengkompresi citra guna untuk mengecilkan ukuran citra tersebut.

## **4. Pengujian**

Pada tahap ini dilakukan guna untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat akan berjalan dengan baik atau tidak.

## **5. Evaluasi sistem**

Pada tahap ini akan dilakukan perbaikan jika terdapat kekurangan pada sistem.

## **6. Dokumentasi**

Dokumentasi digunakan untuk mengambil dokumen dokumen yang berkaitan dengan obyek penelitian yakni tentang sistem dan hasil kompresi.

## H. Jadwal Penelitian

Tabel 1. 1 Jadwal penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3				Bulan ke-4				Bulan ke-5				Bulan ke-6			
		Minggu ke-																							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■																				
2	Analisa Sistem					■	■	■	■																
3	Perancangan Sistem									■	■	■	■												
4	Pengujian													■	■	■	■								
5	Evaluasi Sistem																	■	■	■	■				
6	Dokumentasi									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

## I. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian utama sebagai berikut:

### BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, maksud dan tujuan, Batasan-batasan masalahnya, dan sistematika penulisan laporan.

### BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang digunakan dalam menganalisa permasalahan yang ada.

### BAB III: ANALISA DAN DESAIN SISTEM

Bab ini berisi tentang perancangan sistem serta batasan dari perancangan program.

#### BAB IV: HASIL DAN EVALUASI

Bab ini berisikan penerapan sistem yang terdiri dari pembentukan program aplikasi serta kebutuhan *hardware* dan *software*.

#### BAB V: PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang mengemukakan hasil Analisa dan masukan kepada pihak tempat penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. L., Faticah, C., & Saikhu, A. (2020). Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Deep Neural Networks Dengan Perpaduan Metode *Discrete Wavelet Transform*, *Stationary Wavelet Transform*, Dan *Discrete Cosine Transform*. *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf*, 18(2), 158-170.
- Divecha, N., & Jani, N. N. (2013, March). Implementation and performance analysis of DCT-DWT-SVD based watermarking algorithms for color images. In *2013 International Conference on Intelligent Systems and Signal Processing (ISSP)* (pp. 204-208). IEEE.
- Ernawati, E., Erlansari, A., & Oktoeberza, W. K. (2018, October). Kompresi Citra Batik Besurek Menggunakan *Discrete Wavelet Transform*. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SEMNASITIK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 465-470).
- Gonzalez, R. C. (2009). *Digital image processing*. Pearson education india.
- Kristomo, D., & Kusjani, A. (2022). Perbandingan Mother *Wavelet* Untuk Ekstraksi Ciri Isyarat Tutar. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 6(2), 133-141.
- Putri, I. G. A. G. D., Widyantara, I. M. O., Sastra, N. P., & Wiharta, D. M. (2021). Kompresi Citra Medis dengan *DWT* dan *Variable Length Code*. *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, 20(2), 187.
- Raharja, Bayu Dwi, and Paulus Harsadi. "Implementasi Kompresi Citra Digital Dengan Mengatur Kualitas Citra Digital." *Jurnal Ilmiah SINUS* 16, no. 2 (2018).
- Sakthivel, S. M., & Sankar, A. R. (2016, January). Real time watermarking of grayscale images using integer *DWT* transform. In *2016 International Conference on VLSI Systems, Architectures, Technology and Applications (VLSI-SATA)* (pp. 1-6). IEEE.
- Saragih, N. E., & Harahap, F. (2019). Perancangan Aplikasi Kompresi SMS dengan Algoritma Dynamic Markov Compression pada Android. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 7(1).
- Saragih, S. R., & Utomo, D. P. (2020). Pendarapan Algoritma Prefix Code Dalam Kompresi Data Teks. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 4(1).

- Sutojo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V., & Nurhayati, O. D. (2009). Teori pengolahan citra digital.
- Suma'inna, S., & Gumilar, G. (2013). Implementasi Transformasi *Wavelet* Daubechies pada Kompresi Citra Digital. *J. Mat. Murni dan Apl*, 2(4), 211.
- Sutrisman, I., Widiyasono, N., & Sulastri, H. (2020). Implementasi Algoritma Discrete Cosine Transform Untuk Kompresi Citra Pada Marker-Based Tracking Augmented Reality. *Computatio: Journal Of Computer Science And Information Systems*, 4(1), 45-54.
- Syamsuryadi, S., & Aqil, I. (2018). Watermarking Video Menggunakan Metode Transformasi *Wavelet* Diskrit. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 9(2).
- Utama, R. P., Hariyani, Y. S., & Aulia, S. (2017). Rancang bangun lampu lalu lintas otomatis berdasarkan panjang antrian kendaraan berbasis pengolahan citra digital. & *Computation Technology*, 4(15), 1559-1565.