

**DETEKSI MANIPULASI *COPY-MOVED* PADA CITRA
MENGUNAKAN METODE *DISCRETE WAVELET*
*TRANSFORM***



OLEH :

**M RIDUAN FABIO
09121001066**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

**DETEKSI MANIPULASI *COPY-MOVED* PADA CITRA
MENGUNAKAN METODE *DISCRETE WAVELET
TRANSFORM***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

**M RIDUAN FABIO
09121001066**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**DETEKSI MANIPULASI *COPY-MOVED* PADA CITRA
MENGUNAKAN METODE *DISCRETE WAVELET*
*TRANSFORM***

TUGAS AKHIR

Disjukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

M RIDUAN FABIO
09121001066

Indralaya, Juli 2018

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer**



Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004

Pembimbing



Sutarno, M.T.
NIP. 197811012010121003

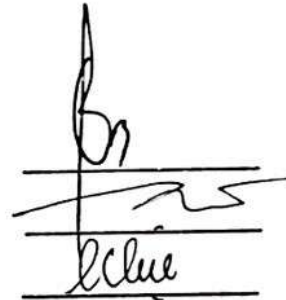
HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 26 Mei 2018

Tim Penguji :

1. Ketua : Sutarno, M.T.
2. Anggota I : Rossi Passarella, M.Eng.
3. Anggota II : Sri Desy Siswanti, M.T.



Three handwritten signatures are shown, each on a horizontal line. The first signature is 'Sutarno', the second is 'Rossi Passarella', and the third is 'Sri Desy Siswanti'.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



A large handwritten signature of Rossi Passarella, M.Eng.

Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : M Riduan Fabio

NIM : 09121001066

Program Studi : Sistem Komputer

Judul Skripsi : *Deteksi Manipulasi Copy – moved pada Citra Menggunakan Metode Discrete Wavelet Transform*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 4%

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi maupun plagiasi (jiplakan) dari penelitian orang lain. Sepengetahuan saya, judul dari tugas akhir ini belum pernah ditulis oleh orang lain. Apabila tugas akhir ini terbukti merupakan hasil duplikasi atau plagiasi (jiplakan) dari hasil penelitian orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh Tim penguji dan jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



Palembang, Juli 2018

Yang menyatakan,



M Riduan Fabio
09121001066

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Hidup butuh proses, butuh belajar, tanpa ada batasan, tanpa ada kata terlambat. Jatuh berdiri lagi, kalah mencoba lagi, gagal bangkit lagi, never give up sampai tuhan berkata waktunya pulang”

Persembahan Kepada:

*Allah SWT, untuk rahmat dan hidayah-Nya
Nabi Muhammad SAW, suri tauladan yang baik*

Ibu dan Ayahku tercinta

Adik-adikku, Nico, Rifat, dan Ranu

Dosen Pembimbingku

Sahabat Seperjuanganku

Almamaterku.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta ijin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Tugas akhir dengan judul “**Deteksi Manipulasi *Copy-Moved* pada Citra Menggunakan Metode *Discrete Wavelet Transform*”**”, dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa penulis banyak sekali mendapat dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
2. Bapak Rossi Pasarella, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer, Pembimbing Akademik, dan selaku Anggota Tim Penguji Pada Ujian Tugas Akhir.
3. Bapak Sutarno, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Sistem Komputer dan selaku Pembimbing Tugas Akhir.
4. Ibu Sri Desy Siswanti, S.T., M.T selaku Anggota Tim Penguji Pada Ujian Tugas Akhir.
5. Mbak Iis Oktaria, Mbak Renny, Kak Reza dan seluruh staff Fakultas Ilmu Komputer.
6. Kakak tingkat Sistem Komputer yang selalu memberi semangat dan adik-adik tingkat 2013 para ubur-ubur dan 2014 para plankton yang memberikan keceriaan.
7. Orang Tua dan keluarga besar yang selalu memberikan doa, semangat dan pengertian.
8. Vidya Qoriah Putri atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
9. Sahabat-Sahabat yang selalu ada yaitu Kepi (Ojan, Pia, Agus, Bram, Tahta, Mamat). Sahabat seperjuangan akpol (Hilal, Bayu, Wawan, Ridho, Daen).

11. Sahabat Aksel yang dari awal masuk kuliah tidak pernah berhenti dalam menemani dan menyemangati. Spesial untuk Deak, Suryak dan Angli.
12. Seluruh Teman Sistem Komputer Angkatan 2012 yang terbaik.

Dalam penulisan laporan ini penulis juga sangat menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan, oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini agar menjadi lebih baik di masa yang akan datang.

Palembang, Juli 2018



Penulis

Detection of Copy-moved Manipulation on the image using the method of Discrete Wavelet Transform

M Riduan Fabio

Abstract

The development of information technology happen so fast. This is due to a lot of people who realize how important knowledge of information technology itself. A lot of impact that may be caused by the development of information technology in this, one of which is digital image forgery. Digital image forgery is the process of image manipulation to a picture with the intent and purpose to do the resizing, removing the object, change the lighting and others. Manipulation of Copy-moved is the process of manipulating the image by way of copy and move objects on one image (two objects). This research aims to examine and analyze the methods of the discrete wavelet transform (Daubechies wavelet) in the detection of copy-moved manipulation using 8 x 8 blocks. The results of the test data indicate the degree of accuracy achieved 90% of 20 data that has been collected, though in some of the tests did not showed perfect results, but still indicates that the object is the manipulation of copy-moved.

Keywords: *Digital Image Forgery, Copy-moved, Discrete Wavelet Transform, Lexicography.*

Deteksi Manipulasi *Copy-moved* Pada Citra Menggunakan Metode *Discrete Wavelet Transform*

M Riduan Fabio

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi pada masa kini terjadi dengan begitu cepat. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak masyarakat yang menyadari betapa pentingnya pengetahuan tentang teknologi informasi itu sendiri. Banyak dampak yang dapat disebabkan oleh perkembangan teknologi informasi ini salah satunya adalah pemalsuan citra. Pemalsuan citra adalah proses manipulasi terhadap suatu gambar dengan maksud dan tujuan untuk melakukan perubahan ukuran, menghilangkan objek, mengubah pencahayaan dan lain-lain. Manipulasi *Copy-moved* adalah proses manipulasi citra dengan cara menyalin dan memindahkan objek pada satu gambar yang sama (objek menjadi dua). Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisa metode *discrete wavelet transform (wavelet Daubechies)* dalam deteksi manipulasi *copy-moved* menggunakan blok 8x8. Pengujian dari data yang telah diambil menunjukkan tingkat akurasi yang mencapai 90% dari jumlah 20 data yang telah dikumpulkan, walaupun pada beberapa pengujian tidak menunjukkan hasil yang sempurna, tetapi tetap menunjukkan bahwa objek tersebut manipulasi *copy-moved*.

Kata kunci : Pemalsuan Citra, *Copy-moved*, *Discrete Wavelet Transform*, *Lexicography*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Citra Digital Forensik.....	7
2.1.1 Pemalsuan Citra Digital	8
2.1.2 Manipulasi <i>Copy-Moved</i> (MCM)	8
2.2 Pengolahan Citra Digital	9
2.2.1 Citra Digital.....	10
2.2.2 Citra Warna	10

2.2.3 <i>Grayscale</i>	11
2.2.4 <i>Block Matching (BM)</i>	11
2.3 <i>Lexicography</i>	13
2.4 <i>Wavelet</i>	13
2.4.1 <i>Discrete Wavelet Transform</i>	14
2.4.1.1 Dekomposisi Citra 2 Dimensi Level 1 dan Level 2	15
2.4.2 <i>Daubechies</i>	16
2.5 <i>Hardware dan Software</i>	17
2.5.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	17
2.5.1.1 <i>Laptop</i> (Personal Komputer).....	18
2.5.1.2 <i>Iphone 5s</i>	18
2.5.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	18
2.5.2.1 <i>Microsoft Visual C#</i>	18
2.5.2.2 <i>Adobe Photoshop Cs5</i>	19
BAB III METODOLOGI	21
3.1 <i>Pendahuluan</i>	21
3.2 <i>Kerangka Kerja</i>	22
3.3 <i>Konsep Perancangan</i>	24
3.4 <i>Perangkat Lunak (Software)</i>	25
3.5 <i>Pengumpulan Data</i>	26
3.6 <i>Pengolahan Citra Digital</i>	27
3.6.1 <i>Citra Keabuan (Grayscale)</i>	29
3.6.2 <i>Konversi Blok</i>	30
3.6.3 <i>Ekstrasi Fitur</i>	30
3.6.4 <i>Lexicography</i>	31
3.6.5 <i>Deteksi Blok</i>	32
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	33
4.1 <i>Pendahuluan</i>	33
4.2 <i>Pengujian Perangkat Lunak</i>	33
4.2.1 <i>Implementasi Interface Program</i>	34

4.3 Tahapan Pengujian	36
4.3.1 Tahap <i>Grayscale</i>	37
4.3.2 Tahap Ekstraksi Fitur	38
4.3.3 <i>Lexicography Sorting</i>	39
4.3.4 Deteksi Blok.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh Manipulasi <i>Copy-Moved</i>	9
Gambar 2.2	Representasi citra dalam bentuk matriks	10
Gambar 2.3	Citra RGB	10
Gambar 2.4	Contoh blok ukuran 4x4	12
Gambar 2.5	Transformasi wavelet 2D level.....	15
Gambar 2.6	Beberapa mother wavelet <i>Daubechies</i>	17
Gambar 3.1	Kerangka Kerja Penelitian.....	23
Gambar 3.2	Flowchart Umum Sistem	24
Gambar 3.3	Rancangan awal <i>Interface</i> Program	26
Gambar 3.4	Gambar asli dan Gambar manipulasi.....	27
Gambar 3.5	Flowchart perangkat lunak deteksi manipulasi <i>copy-moved</i>	28
Gambar 3.6	Proses <i>Grayscale</i>	30
Gambar 3.7	Proses <i>Lexicography</i>	31
Gambar 4.1	Tampilan Awal Program.....	34
Gambar 4.2	Proses <i>grayscale</i> dan deteksi objek	35
Gambar 4.3	Hasil pengujian deteksi MCM	36
Gambar 4.4	Gambar manipulasi dalam RGB dan <i>Grayscale</i>	37
Gambar 4.5	Proses dekomposisi wavelet level-2	38
Gambar 4.6	Hasil proses dekomposisi wavelet.....	38
Gambar 4.7	Hasil proses <i>Lexicography</i>	40
Gambar 4.8	Hasil deteksi pada jam dinding.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengujian gambar terindikasi MCM	42
Tabel 2. Hasil pengujian gambar dengan dua benda serupa namun bukan merupakan manipulasi	46
Tabel 3. Hasil pengujian gambar dengan editing rotasi 180 derajat pada objek MCM	49
Tabel 4. Hasil pengujian gambar dengan editing zoom in pada objek MCM ...	50
Tabel 5. Hasil pengujian gambar dengan editing zoom out pada objek MCM..	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perbandingan Blok 16x16, 8x8, 4x4.

Lampiran 2. Hasil deteksi dan nilai frekuensi sebesar 15.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Pada masa sekarang teknologi berperan sangat penting dalam kehidupan bermasyarakat. Hal ini dikarenakan oleh semakin banyak masyarakat yang perlahan mulai mengerti tentang pentingnya mengetahui teknologi informasi itu sendiri. Dan juga teknologi telah banyak diajarkan pada saat memasuki sekolah di jenjang pertama. Di lingkungan masyarakat pun penerapan teknologi juga terjadi dengan sangat pesat. Banyak dampak yang dapat disebabkan oleh perkembangan teknologi informasi ini. Contohnya adalah berkembangnya ilmu *software image processing* yang mumpuni menyebabkan dengan mudahnya suatu gambar dimanipulasi dan diedit [1]. Satu contoh dari sekian banyak manipulasi adalah *copy move forgery*. *Copy move forgery* adalah tipe manipulasi dari citra digital dimana suatu bagian dari citra itu sendiri dicopikan dan dipastekan ke bagian dari citra yang sama untuk menyembunyikan objek yang penting [2] .

Pada penelitian sebelumnya menurut Kreshna [3] menyimpulkan bahwa metode *Non-SVD* dapat mendeteksi *copy region* dengan tepat. Sementara itu metode berbasis *SVD* mampu mempercepat perhitungan, namun masih terdapat noise pada hasil deteksi citra. Dan juga pada penelitian lainnya yang diteliti oleh Dewi Yanti [4] menjelaskan bahwa sebelum citra dibuka untuk umum, beberapa informasi disisipkan dalam nilai matriks citra tersebut. Berbasis pada informasi yang disisipkan inilah dapat ditarik kesimpulan apakah citra tersebut palsu atau tidak berdasarkan sistem yang diajukan. Hasil penelitian nantinya akan menunjukkan apakah sistem yang dibangun berfungsi atau tidak.

Dari dua jurnal diatas dapat disimpulkan bahwa metode *SVD* merupakan salah satu opsi yang digunakan oleh para peneliti untuk mendeteksi manipulasi pada citra. Namun metode *SVD* masih menyimpan sedikit masalah yaitu tingkat akurasi

yang tidak begitu tinggi dan penggunaan *SVD* menyebabkan sedikit noise, yaitu terdapat bagian yang bukan manipulasi, tetapi teridentifikasi manipulasi, meskipun jumlahnya sedikit dan ukuran regionnya sangat sedikit..

Berdasarkan jurnal yang telah dipelajari, maka pada penelitian kali ini peneliti akan merancang sistem pendeteksi suatu citra dengan menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform*, untuk mengetahui apakah gambar tersebut telah dimanipulasi oleh metode MCM, dan juga melihat bagaimana tingkat akurasi.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan sebuah sistem yang dapat mendeteksi manipulasi gambar dari metode MCM menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform*;
2. Membuktikan metode *Discrete Wavelet Transform* apakah bisa digunakan untuk mendeteksi manipulasi pada citra;
3. Menghitung tingkat akurasi yang dihasilkan oleh metode *Discrete Wavelet Transform* saat melakukan deteksi pada gambar yang telah di manipulasi menggunakan metode MCM.

1.3. Manfaat Penelitian

Terdapat manfaat dalam setiap penelitian dan manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian bisa digunakan untuk mendeteksi gambar yang telah dimanipulasi MCM;
2. Sistem ini dapat dimanfaatkan untuk investigasi dalam kejahatan kriminal pada dunia maya.

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mendeteksi MCM pada citra dengan mengimplementasikan metode *Discrete Wavelet Transform*;
2. Bagaimana prinsip kerja yang diaplikasikan metode *Discrete Wavelet Transform* dalam mendeteksi MCM;
3. Bagaimana akurasi yang didapatkan dari metode *Discrete Wavelet Transform* pada pendeteksian manipulasi gambar.

1.5. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan berupa data primer.
2. Ukuran piksel yang digunakan adalah 150x150 piksel dengan format bmp.
3. Data yang digunakan sebanyak 20 sampel yang terdiri 20 citra manipulasi.
4. Citra palsu dibuat dengan cara menyalin dan menempel bagian dari foto ke daerah lain pada foto tersebut menggunakan aplikasi photoshop. Tidak dilakukan pemrosesan lain yang dilakukan di foto tersebut.

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan pada penelitian kali ini adalah:

1. Metode Studi Pustaka / *Literature*

Metode ini adalah pencarian dan pengumpulan sumber-sumber referensi berupa *literature* yang terdapat pada buku, majalah, internet atau lainnya tentang “Deteksi Manipulasi *copy-moved* pada Citra Menggunakan Metode *Discrete Wavelet Transform*” sehingga dapat menunjang penulisan laporan Tugas Akhir.

2. Metode Konsultasi

Metode ini, peneliti melakukan konsultasi kepada orang-orang yang dianggap memiliki pengetahuan dan wawasan terhadap permasalahan yang ditemui saat pembuatan Tugas Akhir.

3. Metode *Observasi*

Metode ini dilakukan pencatatan dan pengamatan terhadap data yang diperoleh.

4. Metode Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Metode ini adalah perancangan pendeteksi manipulasi gambar dari metode MCM menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* menurut data dari jurnal yang telah dikumpulkan.

5. Metode Pengujian / Simulasi Desain Pengendalian

Pada metode ini dilakukan pengujian / simulasi bagaimana sistem ini bekerja yang dapat menunjang penulisan laporan ini.

6. Metode Analisa dan Kesimpulan

Hasil dari pengujian pada metode pengujian kemudian dianalisa dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan pada hasil perancangan dan faktor penyebabnya, sehingga hasil bisa digunakan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya dan dibuat kesimpulan dari hasil penelitian.

1.7. Sistematika Penulisan

Dalam tugas akhir ini, untuk memudahkan dan memperjelas isi dari masing - masing bab yang terdapat di dalam laporan ini, maka dibuat sistematika penulisan sesuai dengan standar penulisan tugas akhir Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, adalah :

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang mengapa tugas akhir ini dibuat, tujuan dari penelitian, manfaat dari penelitian, rumusan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan dasar teori yang akan dipakai dan referensi yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini dengan memaksimalkan data dan hasil uji coba yang telah dilakukan sebelumnya.

3. BAB 3 METODOLOGI

Metodologi merupakan langkah - langkah yang ditempuh untuk mencari pemecahan masalah dari tugas akhir. Mulai dari pencarian referensi pada jurnal – jurnal yang ada, konsultasi dengan pembimbing tugas akhir, pengumpulan data, perancangan model perangkat lunak, dan pengujian / simulasi yang dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem ini bekerja pada manipulasi data pada citra.

4. BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan melampirkan data yang telah diambil sebelumnya.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini adalah rangkuman dari semua yang telah dihasilkan dari penelitian sebelumnya dan berisi saran yang dapat membantu untuk mengembangkan *software* yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. W. S. Wicaksana, L. Aditya, M. Doring, F. Armansyah, R. A. Putra, and R. Adimansyah, "Pendeteksian Manipulasi Gambar Dari Metode Copy-Move EXACT-MATCH," vol. 2008, pp. 21–24, 2008.
- [2] E. Match, "Deteksi Copy Move Forgery Pada Citra Menggunakan Exact Match, DWT Haar dan Daubechies," vol. 6, no. 1, 2016.
- [3] P. E. Kresnha, E. Susilowati, and Y. Adharani, "Pendeteksian manipulasi citra berbasis copy-move forgery menggunakan euclidian distance dengan single value decomposition," pp. 6–7, 2016.
- [4] B. Dekomposisi and N. Singulir, "Deteksi pemalsuan citra berbasis dekomposisi nilai singular," vol. 13, no. 2, pp. 180–184, 2009.
- [5] B. Xu, G. Liu, and Y. Dai, "2012 Fourth International Conference on Multimedia Information Networking and Security A Fast Image Copy-move Forgery Detection method using Phase Correlation," no. 315, pp. 319–322, 2012.
- [6] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing," pp. 1–14, 2011.
- [7] A. Sulfa, I. Mukhlash, J. Matematika, F. Matematika, P. Alam, and A. C. Digital, "Implementasi Algoritma Block Matching pada Ekstraksi Objek Bergerak," vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [8] M. K. Bashar, K. Noda, N. Ohnishi, H. Kudo, T. Matsumoto, and Y. Takeuchi, "Wavelet-Based Multiresolution Features for Detecting Duplications in Images," pp. 2–5, 2007.
- [9] Y. Hanapi, I. P. Ningrum, and R. Ramadhan, "DISCRETE WAVELET TRANSFORM DAN CANBERRA DISTANCE," vol. 1, no. 1, pp. 1–10.
- [10] D. Fathony and A. Nim, "WATERMARKING PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM," pp. 1–19.

- [11] N. Wayan and S. Saraswati, “Transformasi wavelet dan thresholding pada citra menggunakan matlab,” vol. 1, no. 2, pp. 128–137, 2010.
- [12] A. Ikhwan, P. Studi, S. Informasi, and S. Barat, “APLIKASI METODE TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT,” vol. 16, no. 1, pp. 31–40, 1978.
- [13] C. Wajah, F. I. Komputer, and U. Sriwijaya, “Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet,” vol. 5, no. 2, 2010.
- [14] E. Siti *et al.*, “ANALISIS KEMIRIPAN POLA CITRA DIGITAL,” pp. 6–8, 2015.