

Pendeteksian Level Kualitas Modifikasi Citra Manusia Dalam Eksperimen Metode Error Level Analysis (ELA)

Rantiasi¹, AR. Himamunanto², Yo'el-Pieter Sumihar³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan komputer, Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta, Indonesia

E-mail: rantiasi2042@student.ukrimuniversity.ac.id¹, rudatyo@ukrim.ac.id², Pieter.haro@ukrimuniversity.ac.id³

Abstract

Research on image processing methods has become increasingly diverse in modifying images with more attractive visuals. The results of visual modification of this image are often used to convey certain information that will often be found in various media. The method used to identify images that have been modified is the Error Level Analysis (ELA) method, which detects the quality level of a visual image compared to other images. So the method approach proposed in this research involves computing the visual components of images with shape, color and texture features. The method used in shape computing is Prewitt edge detection, while for color features using HSV color transformation and Grayscale. The method used to identify texture is using the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). The urgency of the method proposed in this research is very important to keep up with the various image processing methods that are developing increasingly rapidly. The results of the research are the Error Level Analysis (ELA) method with an analysis approach to shape components using the edge detection method, analysis of color components using the HSV and Grayscale color transformation methods, and analysis of texture components using the Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) method.) can be used to detect image authenticity based on the statistical output of processing data. The Error Level Analysis (ELA) method with identification of shape, color and texture shows the differences between the original image and the manipulated image, so that the method used in the research can be a recommendation in completing the system. It is hoped that the approach method in this research will become an instrument for identifying images that have been modified to avoid misuse of visual image information.

Keywords: Digital Image Forensics, Image Forgery, Error Level Analysis (ELA)

Abstrak

Penelitian metode pengolahan citra telah semakin banyak ragam memodifikasi citra dengan visual lebih menarik. Hasil modifikasi visual citra ini seringkali digunakan untuk menyampaikan informasi tertentu akan sering dijumpai dalam berbagai media. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi citra yang telah dimodifikasi dapat metode Error Level Analysis (ELA) mendeteksi level kualitas sebuah visual citra dengan citra lain. Sehingga pendekatan metode yang diusulkan dalam penelitian ini dengan komputasi pada komponen visual citra dengan fitur bentuk, warna dan tekstur. Metode yang digunakan dalam komputasi bentuk adalah deteksi tepi prewitt, sedangkan untuk fitur warna menggunakan transformasi warna HSV dan Grayscale. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi tekstur dengan menggunakan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Urgensi metode yang diusulkan dalam penelitian ini menjadi sangat penting untuk mengimbangi beragam metode pengolahan citra yang berkembang semakin pesat. Hasil penelitian adalah metode Error Level Analysis (ELA) dengan pendekatan analisa pada komponen bentuk yang menggunakan metode deteksi tepi, analisa pada komponen warna menggunakan metode transformasi warna HSV dan Grayscale, dan analisa pada komponen tekstur dengan metode Gray-Level Co-Occurrence Matrix

(GLCM) dapat digunakan untuk mendeteksi keaslian citra berdasarkan output statistic data pemrosesa. Metode Error Level Analysis (ELA) dengan identifikasi bentuk, warna dan tekstur menunjukkan perbedaan antara citra asli dan citra yang telah dimodifikasi, sehingga metode yang digunakan dalam penelitiannya dapat menjadi rekomendasi dalam melengkapi system. Diharapkan metode pendekatan dalam penelitian ini menjadi instrumen untuk mengidentifikasi citra yang telah dimodifikasi dalam menghindari penyalahgunaan informasi visual citra.

Kata kunci: Digital Image Forensik, Pemalsuan Gambar, Error Level Analysis (ELA)

1. Pendahuluan

Perkembangan metode pengolahan citra saat ini telah semakin banyak ragam modifikasi untuk memperoleh visual citra digital yang lebih menarik. Pemrosesan input citra yang dimodifikasi untuk tujuan tertentu dapat memperoleh visual yang lebih menarik dari aslinya. Kebutuhan visual citra yang lebih menarik telah meningkat seiring dengan semakin banyak manfaat untuk menyampaikan informasi dengan visual menarik, mudah dipresepsikan, dan enak dipandang mata. Tidak menutup kemungkinan sebuah visual citra yang menarik akan sering dijumpai dalam berbagai media dengan berbagai keperluan. Sehingga, tidak jarang visual citra digital yang telah dimodifikasi akan mengalami kesulitan untuk dikenali langsung dengan aslinya. Analisa digital forensic telah banyak menggunakan instrument pemrosesan untuk menemukan, mengidentifikasi, menelusuri, mencari, maupun memahami gejala tertentu pada visual citra digital yang telah mengalami modifikasi [1]. Sehingga, instrument pengolahan citra telah membantu banyak dalam kontribusinya yang diantaranya dengan pendeteksian keaslian sebuah citra yang telah dimodifikasi guna menghindari kesalahan penggunaan sebuah visual citra yang original.

Program aplikasi yang menyediakan kemudahan memodifikasi citra digital sudah banyak terpasang pada komputer dan smartphone. Berbagai keperluan metode pengolahan citra yang memproses input citra digital dapat dilakukan komputasi pada matrik untuk menghasilkan output visual citra baru [2]. Secara umum, pemrosesan tersebut harus melalui tahapan yang harus dilalui yaitu pra-pemrosesan, peningkatan, dan tampilan, ekstraksi informasi [3]. Sehingga, pemrosesan tersebut telah memodifikasi citra digital dengan perbedaan kualitas visual antara output dengan input citra digital [4]. Modifikasi tersebut telah mengalami perubahan seperti warna, bentuk, tekstur, kecerahan dan morfologi yang terkadang sulit untuk dikenali secara langsung dari aslinya [5]. Modifikasi visual citra tersebut dapat teridentifikasi menggunakan metode Error Level Analysis (ELA) yang telah diperkenalkan oleh Krawetz yang mendeteksi level kualitas sebuah visual citra dengan citra lain yang telah dikumpulkan [1] [6] [7]. Metode yang analisa level kualitas antar citra dapat digunakan untuk menentukan sebuah citra telah mengalami modifikasi secara digital maupun tidak [8]. Metode Error Level Analysis (ELA) sering kali digunakan dalam forensik digital untuk pendeteksian citra secara forensik dengan pendekatan metode- metode pengolahan citra yang telah dikembangkan [7].

Setiap metode pengolahan citra yang memproses input citra akan melibatkan komponen dasar antara lain fitur bentuk, warna, dan tekstur [5]. Deteksi tepi merupakan pemrosesan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi informasi sebuah citra dengan akurasi bentuk dan ketajaman garis tepi yang paling tinggi [9]. Metode Prewitt merupakan deteksi tepi dengan komputasi yang menggunakan filter HPF untuk memperoleh garis tepi yang dapat dipergunakan untuk memperoleh detail informasi bentuk sebuah objek [10]. Metode pendeteksian warna yang sering digunakan adalah tranformasi warna RGB menjadi HSV [11]. Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) merupakan metode yang digunakan untuk analisis tekstur citra digital dengan keluaran matriks untuk menggambarkan frekuensi kemunculan pasangan dua piksel pada intensitas tertentu

dengan jarak dan arah tertentu. Pendekatan metode dalam penelitian ini digunakan untuk komputasi citra yang telah dimodifikasi dengan citra asli dalam metode Error Level Analysis (ELA). Penelitian bertujuan memperoleh kualitas pendeteksian dalam pengembangan metode Error Level Analysis (ELA) yang berbasis komputasi komponen yang terdiri warna, bentuk, dan tekstur yang terdapat dalam fitur citra digital.

Beberapa penelitian tentang metode identifikasi keaslian citra digital yang dimodifikasi telah banyak digunakan sebagai instrument dalam digital forensik. Metode yang telah digunakan dalam teridentifikasi menggunakan metode Error Level Analysis (ELA) diantaranya dengan yang pemrosesan input citra asli dan citra modifikasi untuk analisa keaslian [6] [7] [8] [12]. Pengembangan metode pengolahan citra selain berdasarkan eksperimental, juga dapat dilakukan pengembangan secara subjektif yang bergantung pada tujuan yang akan dicapai dalam penelitian [13]. Akan tetapi, metode yang diusulkan dalam penelitian dengan memahami isi visual citra terlebih dahulu untuk digunakan sebagai pendekatan dalam mengidentifikasi keaslian. Berdasarkan penelitian pengenalan citra, secara umum setiap citra digital dapat diklasifikasikan antara citra satu dengan yang lain dengan fitur yang terkandung di dalamnya [14]. Sehingga pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan komputasi fitur yang terdapat dalam visual citra yang terdiri dari fitur warna, bentuk dan tekstur yang sering digunakan dalam mengidentifikasi citra dengan klasifikasi [15]. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pendekatan komputasi metode pengolahan citra yang diusulkan untuk memperoleh level kualitas citra mempergunakan fitur warna, bentuk dan tekstur agar dapat dipergunakan sebagai instrument metode Error Level Analysis (ELA) mendeteksi keaslian citra yang telah dimodifikasi dalam bidang digital forensik. Urgensi usulan metode menjadi sangat penting untuk mengimbangi beragam metode pengolahan citra yang berkembang semakin pesat agar tidak disalahgunakan pemanfaatannya dalam memodifikasi visual citra yang lebih menarik.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan yang terdiri dari urutan yang digunakan dalam metode yang dipraktekan untuk menyelesaikan penelitian.

2.1.1. Identifikasi Masalah

Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah untuk diangkat dalam topic penelitian. Tahap ini merupakan langkah awal dalam mendefinisikan permasalahan agar terukur dan lebih jelas untuk pencapaian tujuan penelitian. Definisi masalah tersebut memperjelas ruang lingkup penelitian dengan batasan yang lebih rinci, sehingga dapat segera memulai mempersiapkan rancangan metode komputasi yang disusun sebagai langkah strategis untuk menyelesaikan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Tahap identifikasi masalah pada penelitian ini telah dilakukan dalam uraian pendahuluan.

2.1.2. Studi Pustaka

Tahapan penelitian dilanjutkan dengan studi pustaka yang dimulai dengan mengumpulkan referensi penelitian seperti jurnal, artikel, dan dokumen dari berbagai sumber penelitian lainnya yang masih berkaitan dengan ruang lingkup penelitian. Referensi tersebut digunakan sebagai materi yang dibutuhkan untuk perancangan metode komputasi dalam menyelesaikan masalah penelitian.

2.1.3. Model Data Pemrosesan

Pemrosesan pada program aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini mempergunakan model data input berupa citra digital. Terdapat dua jenis citra yang harus diinputkan pada perangkat lunak yang terdiri dari dua kelas yaitu kelas citra asli dan citra modifikasi (edit). Output pemrosesan terdiri dari data statistic yang merupakan hasil komputasi level kualitas antara input citra yang asli dengan input citra yang telah

dimodifikasi. Selain itu, perangkat lunak menyajikan data visual citra yang dihasilkan dari tahap-tahap pemrosesan metode yang dipergunakan dalam penelitian ini.

2.1.4. Implementasi Metode

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode Error Level Analysis (ELA) untuk mendeteksi level kualitas input citra asli dengan input citra yang telah dimodifikasi. Penelitian dengan pendekatan komputasi pada komponen visual citra yang terdiri dari bentuk, warna dan tekstur. Metode yang diusulkan dalam pendekatan penelitian ini terdiri untuk komputasi fitur bentuk mempergunakan metode deteksi tepi prewitt, komputasi fitur warna mempergunakan metode transformasi warna HSV dan grayscale, sedangkan komputasi fitur tekstur mempergunakan metode GLCM dengan komputasi Contrast, Homogeneity, Energy, dan Correlation. Metode-metode tersebut merupakan pendekatan komputasi dalam penelitian instrument metode yang dipergunakan metode Error Level Analysis (ELA) untuk mendeteksi level kualitas input citra asli dan input citra modifikasi. Metode-metode tersebut diimplementasikan pada perangkat lunak yang dibuat menggunakan Matlab R2020a.

2.1.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dalam penelitian ini mempergunakan perangkat lunak sebagai alat penelitian. Perangkat lunak tersebut telah siap untuk memberikan informasi yang presisi antara tahap-tahap pemrosesan yang sedang dikerjakan dengan keluaran data yang dihasilkan. Keperluan keluaran data tersebut untuk dikumpulkan dalam analisa data statistic maupun visual yang dibutuhkan dalam penarikan kesimpulan dalam penelitian ini. Keluaran data pemrosesan terdiri dari data visual citra setiap tahapan pemrosesan sampai final yang diperlukan dalam memahami gejala pemrosesan melalui pengamatan visual. Sedangkan keluaran data angka diperlukan untuk analisa statistik dalam pendeteksian citra asli dengan citra modifikasi dalam penelitian ini.

2.1.6. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan pada penelitian ini dengan rangkuman singkat dari analisa data yang diperoleh dari pengamatan visual maupun data statistic yang telah dikumpulkan selama pengujian sistem berlangsung. Penarikan kesimpulan tersebut merupakan hasil penelitian dari upaya pencapaian tujuan penelitian yaitu pendeteksian keaslian citra dengan usulan pendekatan metode yang dapat dipergunakan untuk komputasi level kualitas dalam metode Error Level Analysis (ELA) berbasis komputasi komponen dasar warna, bentuk dan tekstur.

2.2. Studi Pustaka

Setiap metode pengolahan citra membutuhkan studi dengan dasar pengembangan secara eksperimental dan secara subjektif pada tujuan yang akan dicapai dengan melakukan penelitian berbagai macam metode atau teknik melakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian yang telah dilakukan oleh Candra, (2020) memperoleh hasil penelitian dengan menggunakan citra uji sebanyak 20 citra testing dan 100 citra asli diperoleh akurasi klasifikasi 97%. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah Convolutional Neural Network (CNN) yang dirancang untuk mengolah data dalam bentuk grid pada citra dua dimensi gambar atau suara terdiri dari layer utama convolutional layer, polling layer, dan fully connected layer sehingga juga bisa mendeteksi atau mengklasifikasi citra yang telah mengalami modifikasi [16].

Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh Nengah et al., (2019) dengan menggunakan citra uji sebanyak 250 citra, dengan keberhasilan pendeteksian citra pada nilai kompresi 90% , dengan sekitar 6,76% citra uji pada catatan toleransi metode dalam mendeteksi citra modifikasi. Metode yang dilakukan dalam penelitian tersebut dengan pemrosesan

komputasi nilai error pada citra yang dilakukan pada tiap grid 8x8 piksel menggunakan kernel 8x8 pada citra yang telah mengalami kompresi [17].

Penelitian yang masih dalam ruang lingkup pengembangan metode Error Level Analysis (ELA) dilakukan oleh Febrianda et al., (2016) dengan hasil penelitian data hasil pengujian yang dilakukan kecerahan yang mirip akan bisa membawa pada kesimpulan bahwa citra masih sama dengan yang asli, kontras warna warna yang mirip terhadap perlakuan pemalsuan dan nilai RGB pengubahan atau pemalsuan dengan nilai selisih warna 0-15 membawa pada kesimpulan bahwa citra masih sama dengan yang asli. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah metode Error Level Analysis (ELA) dengan kelebihan pada pendeteksian mengkompresi citra dengan kompresi JPEG sedangkan Color Filter Array (CFA) akan memprediksi warna asli citra dengan interpolasi bilinear serta penggunaan filter bayer [6].

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Purnama et al., (2023) dengan hasil penelitian yang mampu mengidentifikasi error melalui analisis pada tabel 8x8 dengan angka 8-bit telah menggunakan software editing photoshop dari citra aslinya dengan perangkat kamera digital Canon EOS 700D. metode yang digunakan dalam identifikasi langsung adalah metode National Institute of Standards Technology (NIST) yang menggunakan 4 langkah identifikasi keaslian citra digital yang terdiri dari pengumpulan data/mengidentifikasi, tahap mengolah informasi, tahap analisis, dan terakhir tahap pelaporan bukti [18].

Penelitian yang selanjutnya dilakukan oleh Faroek et al., (2019) dengan hasil Teknik ELA menunjukkan perbedaan antara citra asli dan citra yang termanipulasi, sama seperti pada teknik PCA dilihat dari component warna pada gambar termanipulasi memiliki kontras warna yang jauh lebih tajam. Metode yang digunakan adalah teknik Error Level Analysis (ELA) dan Teknik PCA (Principal Component Analysis) dengan forensically-BETA dapat digunakan untuk mendeteksi keaslian citra [12].

Berdasarkan uraian penelitian yang telah dilakukan pada metode untuk mengidentifikasi manipulasi visual citra menggunakan metode Error Level Analysis (ELA) dengan komparasi metode yang relevan, perlu dilakukan pengembangan metode ini untuk mengidentifikasi manipulasi visual citra berbasis komponen dasar citra digital yang terdiri dari bentuk, warna, dan tekstur. Metode ini diharapkan dapat menjadi perangkat tambahan dalam forensik digital untuk menganalisa citra dengan informasi statistic yang diperoleh sebagai hasil permrosesan.

2.3. Data yang Dipergunakan

Penelitian menggunakan data berupa citra digital yang terdiri dari citra asli dan citra yang telah dimodifikasi (edit). Jumlah citra yang dipergunakan penelitian ini sebanyak 4 citra asli dan 4 citra hasil modifikasi (edit) dengan resolusi citra sebesar 400x400 piksel. Data citra tersebut diambil google yang terdapat dalam beberapa website yang dianggap telah mewakili dari beberapa ragam modifikasi citra asli dengan obyek manusia.

Tabel 1. Input Citra Asli dan Citra Manipulasi

			
Input citra asli 1	Input citra modifikasi 1	Input citra asli 2	Input citra modifikasi 2
¹ Citra Uji 1		² Citra Uji 2	

			
Input citra asli ³	Input citra modifikasi ³ Citra Uji 3	Input citra asli ⁴	Input citra modifikasi ⁴ Citra Uji 4
Keterangan alamat website :			
1 https://webneel.com/daily/5-photo-retouching-after-summerana			
2 https://www.fiverr.com/picsfixer/add-or-remove-object-people-person-and-photo-editing-with-photoshop			
3 https://legiit.com/farhadsethar/high-quality-photoshop-image-editing-1689369866			
4 https://www.fiverr.com/shakti7788/do-skin-retouching-quality-photo-within-24-hours			

2.4. Perancangan Sistem

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak sebagai alat penelitian dalam pengujian sistem untuk mengumpulkan data. Perangkat lunak tersebut mengimplementasikan beberapa metode pengolahan citra yang dipergunakan dalam pendekatan komputasi level kualitas citra. Metode tersebut diusulkan untuk dapat dipergunakan sebagai instrument metode Error Level Analysis (ELA) dalam pendeteksian keaslian citra digital yang telah dimodifikasi. Adapun pendekatan komputasi berdasarkan komponen visual citra digital yang terdiri dari fitur bentuk, warna, dan tekstur. Komputasi dalam perangkat lunak membutuhkan inputan berupa citra digital yang terdiri dari citra asli dan citra modifikasi. Pemrosesan dimulai dengan menginputkan citra asli dan citra modifikasi yang dibutuhkan oleh pemrosesan perangkat lunak. Metode Prewitt merupakan pemrosesan dengan komputasi input citra asli maupun citra modifikasi untuk memperoleh level kualitas citra dengan mempergunakan operator pengurangan untuk memperoleh wilayah tepi sebagai informasi level kualitas bentuk pada citra yang telah mengalami modifikasi. Tahap selanjutnya dengan mempergunakan metode transformasi warna HSV dan Grayscale pada input citra asli maupun citra modifikasi untuk memperoleh wilayah warna sebagai informasi level kualitas citra yang telah mengalami modifikasi. Tahap berikutnya dengan mempergunakan metode Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) untuk memperoleh informasi Contrast, Homogeneity, Energy, dan Correlation sebagai level kualitas citra pada fitur tekstur. Perangkat lunak dapat memberikan data pemrosesan yang dibutuhkan dalam pengujian sistem. Adapun tahap-tahap pemrosesan pada perangkat lunak dalam penelitian ini digambarkan menggunakan *flowchart* berikut.

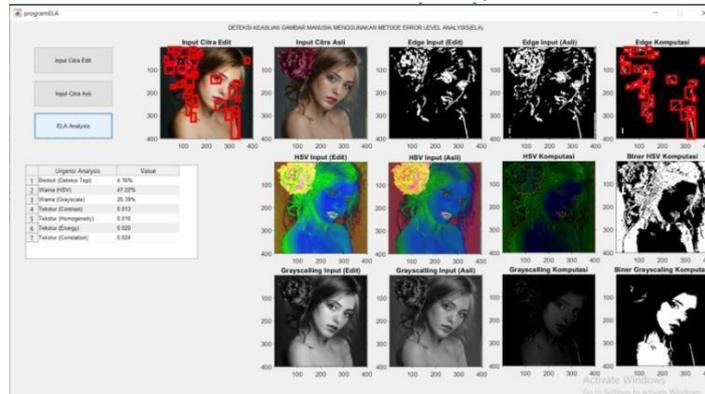


Gambar 1. Flowchart pemrosesan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Perangkat lunak yang telah dirancang dengan implementasi metode komputasi yang digunakan dalam pendekatan dalam penelitian Error Level Analysis (ELA) dengan tampilan pemrosesan berikut.



Gambar 2. Tampilan program aplikasi

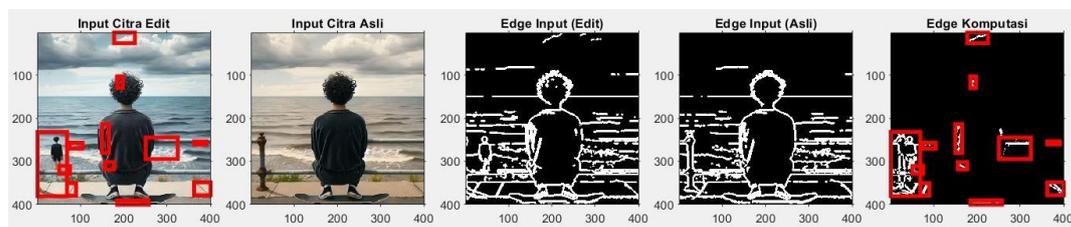
Program aplikasi setelah mengalami evaluasi untuk memperoleh keluaran yang sesuai dengan pemrosesan pada metode komputasi, selanjutnya dapat digunakan alat penelitian dalam pengujian sistem.

3.2. Pengujian Sistem

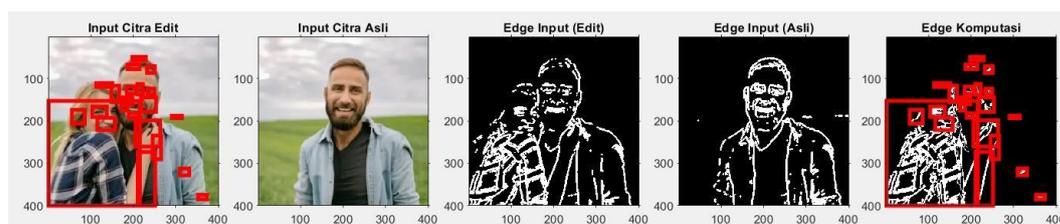
Pengujian sistem berikut untuk mengumpulkan data kualitatif yang mempresentasikan wilayah pada visual citra edit yang ditandai sebagai gejala modifikasi yang dilakukan pada input citra. Sedangkan, data kuantitatif dengan mengumpulkan statistic hasil komputasi komponen bentuk, warna dan tekstur.

3.2.1. Analisis Fitur Bentuk

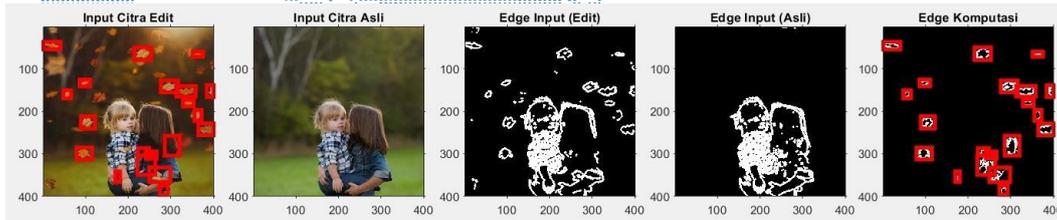
Pengujian sistem berikut dengan memproses input kelompok citra uji mempergunakan perangkat lunak untuk menganalisa fitur bentuk dalam Metode Error Level Analysis (ELA). Adapun data visual yang dikumpulkan keluaran pemrosesan deteksi tepi yang mempergunakan komputasi Operator Prewitt level kualitas input citra modifikasi bentuk yang ditunjukkan pada wilayah rectangle warna merah adalah berikut.



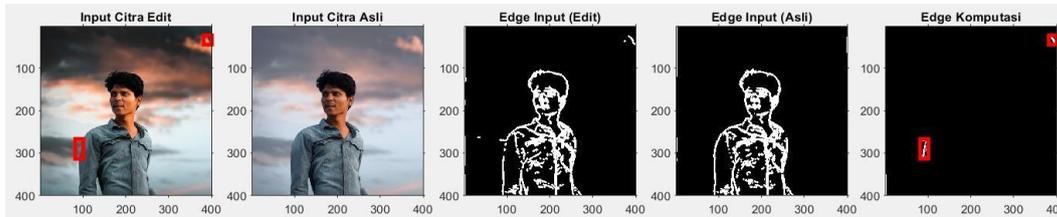
Gambar 3. Hasil pengujian komputasi level kualitas bentuk citra uji 1



Gambar 4. Hasil pengujian komputasi level kualitas bentuk citra uji 2



Gambar 5. Hasil pengujian komputasi level kualitas bentuk citra uji 3



Gambar 6. Hasil pengujian komputasi level kualitas bentuk citra uji 4

Data statistic berikutnya yang dikumpulkan dalam pengujian sistem untuk menganalisa fitur bentuk dengan komputasi piksel yang menunjukkan level kualitas citra yang telah dimodifikasi seperti pada Tabel 4.1 berikut.

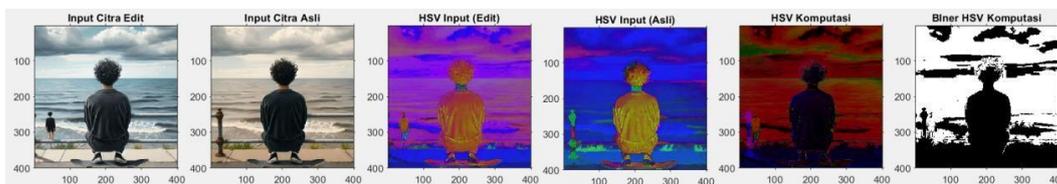
Tabel 1. Presentase level kualitas fitur bentuk dengan komputasi deteksi tepi Prewitt

Input Citra	Citra Asli 1	Citra Asli 2	Citra Asli 3	Citra Asli 4
Citra Modifikasi 1	3.67%	23.18%	24.34%	23.13%
Citra Modifikasi 2	24.44%	12.67%	20.98%	20.14%
Citra Modifikasi 3	24.52%	17.96%	4.02%	14.97%
Citra Modifikasi 4	22.25%	15.09%	13.25%	0.36%

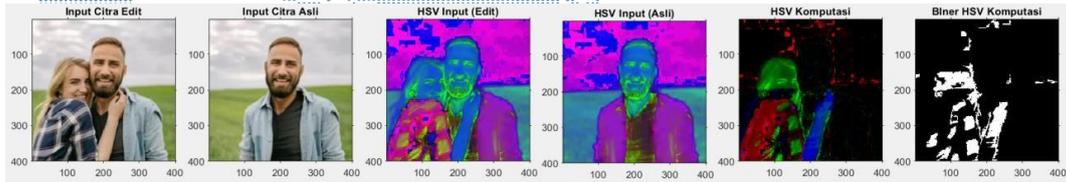
Berdasarkan data visual yang telah dikumpulkan dari pengujian sistem dengan input citra asli dan citra modifikasi, metode deteksi tepi dengan Operator Prewitt dapat mendeteksi modifikasi yang telah dilakukan pada citra asli dengan menunjukkan wilayah modifikasi yang dilakukan pada input citra asli. Wilayah tersebut ditandai dengan rectangle warna merah yang merupakan level kualitas yang berbeda pada fitur bentuk. Selanjutnya, data statistic yang dikumpulkan pada table dapat menunjukkan level kualitas input citra yang telah memodifikasi input citra asli dengan nilai presentase yang lebih kecil dari pada citra asli lain yang belum dimodifikasi.

3.2.2. Analisis Fitur Warna

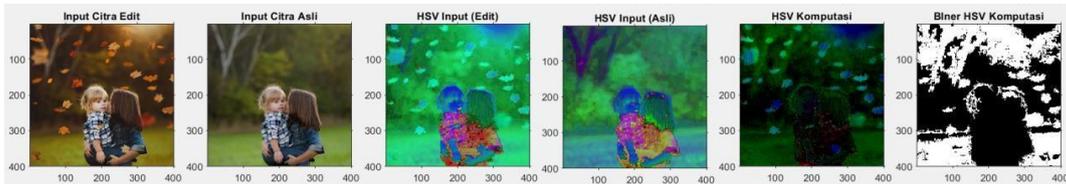
Pengujian sistem berikut mempergunakan metode tranformasi warna HSV dan Grayscale dalam instrumen metode Error Level Analysis (ELA). Data visual yang telah dikumpulkan untuk keperluan untuk analisa level kualitas pada input citra yang memodifikasi fitur warna ditunjukkan pada wilayah piksel.



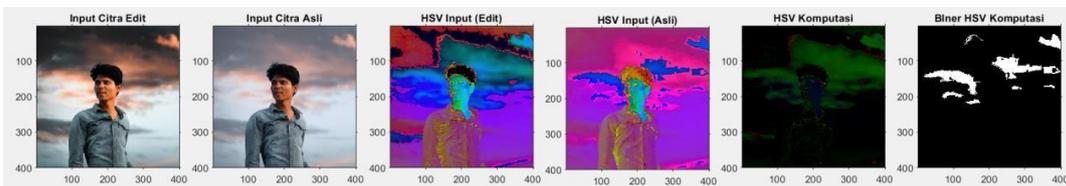
Gambar 7. Hasil pengujian komputasi level kualitas warna HSV pada kelompok citra uji 1



Gambar 8. Hasil pengujian komputasi level kualitas warna HSV pada kelompok citra uji 2

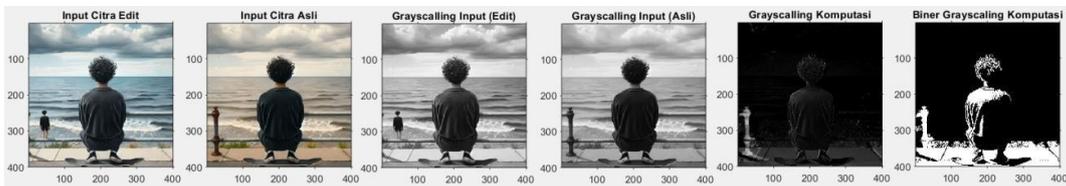


Gambar 9. Hasil pengujian komputasi level kualitas warna HSV pada kelompok citra uji 3

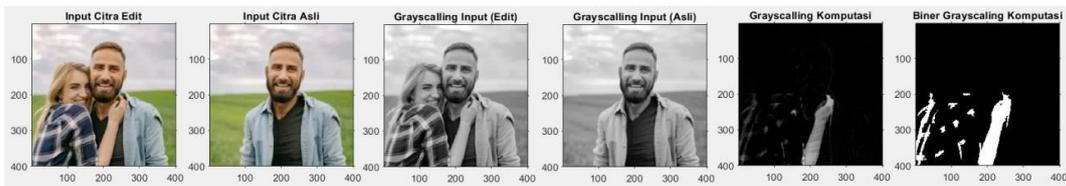


Gambar 10. Hasil pengujian komputasi level kualitas warna HSV pada kelompok citra uji 4

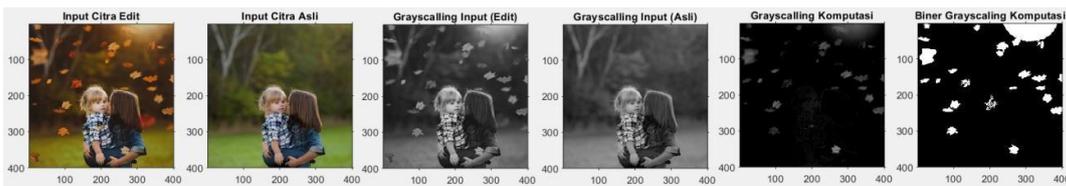
Data visual berikutnya hasil pengujian sistem dengan metode tranformasi warna Grayscale adalah berikut.



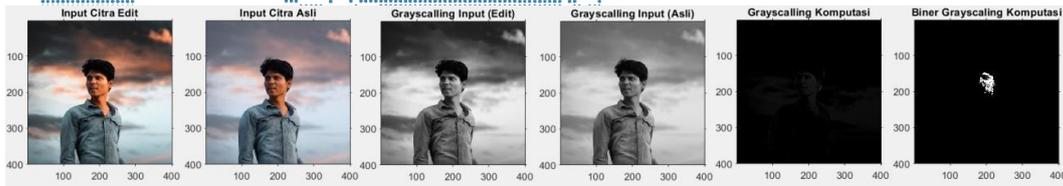
Gambar 11. Hasil pengujian komputasi level kualitas warna Grayscale pada kelompok citra uji 1



Gambar 12. Hasil pengujian komputasi level kualitas warna Grayscale pada kelompok citra uji 2



Gambar 13. Hasil pengujian komputasi level kualitas warna grayscale pada kelompok citra uji 3



Gambar 14. Hasil pengujian komputasi level kualitas warna grayscale pada kelompok citra uji 4

Data statistic yang dikumpulkan dari pengujian sistem berikut menghitung presentase wilayah yang ditandai sebagai modifikasi warna HSV dan Grayscale seperti Tabel 2 dan Tabel 3 berikut.

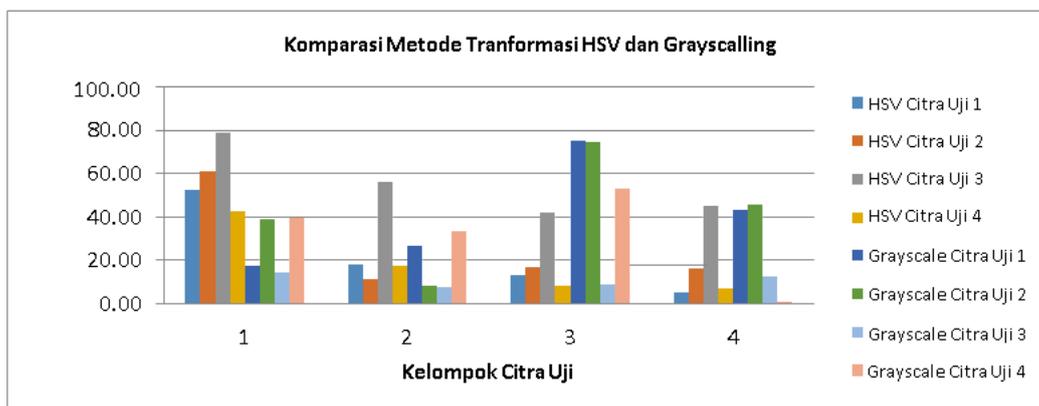
Tabel 2. Presentase level kualitas tranformasi warna HSV

Citra Input	Citra Asli 1	Citra Asli 2	Citra Asli 3	Citra Asli 4
Citra Modifikasi 1	52.30%	17.87%	13.16%	5.07%
Citra Modifikasi 2	60.96%	11.22%	16.99%	16.42%
Citra Modifikasi 3	78.93%	56.00%	41.79%	44.97%
Citra Modifikasi 4	42.41%	17.35%	8.27%	6.82%

Tabel 3. Presentase level kualitas tranformasi warna Grayscale

Citra Input	Citra Asli 1	Citra Asli 2	Citra Asli 3	Citra Asli 4
Citra Modifikasi 1	17.62%	26.75%	75.14%	42.89%
Citra Modifikasi 2	39.21%	8.09%	74.54%	45.22%
Citra Modifikasi 3	14.22%	7.59%	8.95%	12.68%
Citra Modifikasi 4	39.30%	33.09%	53.24%	0.66%

Data statistic yang dihasilkan dari komputasi metode tranformasi warna HSV dan Grayscale telah menunjukkan besaran presentase yang berbeda. Sehingga diperlukan grafik untuk mempresentasikan komparasi presentase metode yang digunakan dalam instrument metode Error Level Analysis (ELA). Grafik 15 Komparasi presntase metode tranformasi warna HSV dan Grayscale



Gambar 15. Komparasi presntase metode tranformasi warna HSV dan Grayscale

Berdasarkan data visual hasil komputasi metode tranformasi warna HSV dan Grayscale, wilayah citra yang telah dilakukan modifikasi warna dapat ditunjukkan dengan intensitas piksel dengan warna putih. Dengan komparasi visual metode telah menunjukkan wilayah yang berbeda pada metode tranformasi warna HSV dan Grayscale. Sedangkan data statistic berdasarkan kelompok citra uji menunjukkan besaran yang tidak linier dalam arti presentase wilayah modifikasi dari citra asli selalu paling kecil apabila dibandingkan dengan presentase yang dihasilkan dari komputasi citra

modifikasi yang bukan dari citra aslinya. Akan tetapi metode tranformasi warna HSV dan Grayscale dapat menunjukkan level kualitas yang berbeda dari citra modifikasi dan citra asli.

3.2.3. Analisis Fitur Tesktur

Data statistic yang dikumpulkan dari komputasi metode Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) yang terdiri dari contrast, energy, correlation, dan homogeneity yang digunakan dalam penelitian metode Error Level Analysis (ELA) dengan hasil berikut.

Tabel 4. Presentase level kualitas tesktur (*Contrast*)

Citra Modifikasi 1	0.081	0.262	0.218	0.230
Citra Modifikasi 2	0.117	0.065	0.041	0.033
Citra Modifikasi 3	0.074	0.107	0.023	0.075
Citra Modifikasi 4	0.126	0.056	0.072	0.024

Tabel 5. Presentase level kualitas tesktur (*Energy*)

Kelompok Input Citra	Citra Asli 1	Citra Asli 2	Citra Asli 3	Citra Asli 4
Citra Modifikasi 1	0.024	0.086	0.143	0.067
Citra Modifikasi 2	0.053	0.039	0.095	0.020
Citra Modifikasi 3	0.141	0.079	0.023	0.098
Citra Modifikasi 4	0.004	0.066	0.123	0.047

Tabel 6. Presentase level kualitas tesktur (*Correlation*)

Kelompok Input Citra	Citra Asli 1	Citra Asli 2	Citra Asli 3	Citra Asli 4
Citra Modifikasi 1	0.012	0.028	0.012	0.019
Citra Modifikasi 2	0.009	0.007	0.033	0.012
Citra Modifikasi 3	0.034	0.050	0.011	0.041
Citra Modifikasi 4	0.015	0.021	0.038	0.008

Tabel 7. Presentase level kualitas tesktur (*Homogeneity*)

Kelompok Input Citra	Citra Asli 1	Citra Asli 2	Citra Asli 3	Citra Asli 4
Citra Modifikasi 1	0.013	0.073	0.065	0.071
Citra Modifikasi 2	0.022	0.008	0.020	0.026
Citra Modifikasi 3	0.027	0.023	0.015	0.021
Citra Modifikasi 4	0.041	0.009	0.021	0.008

Berdasarkan data statistic konputasi Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) yang terdiri dari contrast, energy, correlation, dan homogeneity diperoleh nilai presentase dengan besaran paling kecil dengan komputasi citra modifikasi dari citra yang asli. Besaran tersebut akan berbeda nilai presentase yang lebih besar apabila dibandingkan dengan komputasi mempergunakan input citra yang memodifikasi bukan dari citra aslinya. Dengan demikian, metode Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dapat menunjukkan level kualitas dengan komputasi input citra modifikasi dengan citra aslinya.

3.3. Pembahasan

Eksperimen dalam penelitian Metode Error Level Analysis (ELA) dengan melakukan pendekatan metode untuk komputasi yang mendeteksi keaslian citra yang dimodifikasi. Pendeteksian tersebut dengan simulasi komputasi input citra yang telah memodifikasi dari citra asli dengan mempergunakan data primer berupa citra after dan before dari sumber website yang telah dijelaskan. Ekperimen dengan tujuan untuk merekomendasikan metode pengolahan citra yang dipergunakan dalam penelitian ini memiliki dukungan data visual dan statistic yang diperoleh dari pengujian sistem agar dapat dipergunakan sebagai instrument dalam Metode Error Level Analysis (ELA) untuk mendeteksi keaslian citra yang telah dimodifikasi. Dalam penelitian ini, pendekatan metode komputasi berbasis fitur bentuk, warna dan tekstur yang telah dipergunakan

dalam penelitian ini telah menunjukkan potensinya yang dapat memperoleh wilayah pada data visual dan besaran nilai presentase pada data statistic yang menunjukkan level kualitas dalam komputasinya mempergunakan input citra modifikasi dan citra aslinya. Penelitian ini telah sejalan dengan penelitian lainnya dengan mengangkat topik mengenai Metode Error Level Analysis (ELA) yang dipergunakan untuk pendeteksian keaslian citra yang telah dimodifikasi [1] [6] [7] [8] [12] [13] [16] [18].

Analisa level kualitas bentuk yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini, ditandai dengan berhasil menemukan perbedaan wilayah citra yang memodifikasi citra aslinya. Metode komputasi ini menggunakan metode deteksi tepi dengan mempergunakan Operator Prewitt, telah sesuai dengan penelitian mengenai deteksi tepi untuk menemukan perubahan intensitas yang drastis pada bidang citra, yang dipergunakan untuk menonjolkan tepi objek [9]. Secara khusus, deteksi tepi menyimpan informasi bentuk maupun ukuran objek yang merupakan detail visual sebuah citra [10]. Dengan mempergunakan hasil penelitian metode deteksi tepi tersebut, maka penelitian ini telah menunjukkan hasil eksperimen yang nyata melalui penggunaan proses deteksi tepi pada citra modifikasi dan citra asli dalam komputasi untuk menemukan wilayah modifikasi yang telah dilakukan dari citra aslinya. Potensi deteksi tepi dengan Operator Prewitt yang telah berhasil menemukan wilayah tersebut ditunjukkan dalam data visual dan statistic yang telah dikumpulkan dalam pengujian sistem. Dengan demikian, metode deteksi tepi mempergunakan operator prewit dapat direkomendasikan untuk analisis bentuk sebagai instrument yang dipergunakan dalam metode Error Level Analysis (ELA).

Pendekatan metode komputasi yang berbasis fitur warna yang dipergunakan dalam penelitian eksperimen ini untuk memperoleh level kualitas warna pada metode Error Level Analysis (ELA). Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode tranformasi warna HSV dan Grayscale yang telah mengumpulkan data visual dan statistic dengan hasil yang menemukan wilayah piksel sebagai gejala perubahan warna dalam citra yang memodifikasi citra asli. Komparasi metode tranformasi warna HSV dan Grayscale memperoleh besaran yang berbeda yang tidak selalu lebih kecil dalam komputasi mempergunakan input citra yang memodifikasi citra aslinya maupun bukan aslinya. Ekperimen metode tranformasi warna HSV dan Grayscale dalam penelitian telah memperoleh hasil yang memuaskan. Sehingga, metode yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat direkomendasikan sebagai instrument metode Error Level Analysis (ELA) untuk pendeteksian keaslian citra modifikasi. Penelitian ini telah sejalan dengan penelitian lainnya yang mengangkat topic metode Error Level Analysis (ELA) untuk pendeteksian keaslian citra yang telah dimodifikasi berbasis fitur warna [6] [7] [13].

Pendekatan metode komputasi berikutnya berbasis fitur tekstur yang dipergunakan dalam penelitian eksperimen ini untuk memperoleh level kualitas tekstur pada metode Error Level Analysis (ELA). Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) yang terdiri komputasi Contrast, Energy, Correlation, dan Homogeneity telah mengumpulkan data statistic dengan hasil yang mampu menunjukkan level kualitas tekstur citra yang memodifikasi citra asli. Ekperimen pendekatan metode komputasi dalam penelitian ini telah menunjukkan besaran yang lebih kecil pada pemrosesan dengan input citra yang memodifikasi citra aslinya. Sehingga, metode yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat direkomendasikan sebagai instrument metode Error Level Analysis (ELA) untuk pendeteksian keaslian citra modifikasi. Penelitian ini telah sejalan dengan penelitian lainnya yang mengangkat topic metode Error Level Analysis (ELA) untuk pendeteksian keaslian citra yang telah dimodifikasi berbasis fitur tekstur [16].

Pendekatan metode komputasi dengan memanfaatkan fitur bentuk, warna dan tekstur dalam penelitian eksperimen ini merupakan pengembangan dari fungsi hasil penelitian lainnya yang telah memanfaatkan bentuk, warna dan tekstur untuk klasifikasi citra [5]. Metode pendekatan dalam eksperimen ini telah memberikan hasil yang memuaskan dengan diperolehnya data visual dan statistic yang dapat menunjukkan level kualitas

input citra yang memodifikasi citra aslinya. Sehingga metode yang dipergunakan dalam penelitian ini memberikan pendekatan cara yang berbeda untuk memberikan kontribusi pada instrument yang dipergunakan dalam metode Error Level Analysis (ELA) dalam digital forensic yang secara khusus pendeteksian keaslian citra yang telah dimodifikasi.

4. Kesimpulan

Metode komputasi berbasis fitur bentuk, warna dan tekstur dapat mengidentifikasi level kualitas yang dapat dipergunakan untuk instrument metode pendeteksian keaslian citra yang dimodifikasi pada Metode Error Level Analysis (ELA). Komputasi fitur bentuk dengan mempergunakan operator prewitt dapat memperoleh level kualitas dengan menemukan wilayah pada visual citra ditandai sebagai perbedaan dan presentase yang kecil pada komputasi dengan input citra yang telah memodifikasi citra asli. Komputasi fitur warna dengan mempergunakan metode tranformasi warna HSV dan Grayscale dapat memperoleh level kualitas dengan menemukan wilayah perbedaan warna pada visual citra yang memodifikasi citra asli. Sedangkan, komparasi presentase modifikasi warna tidak selalu lebih kecil dalam komputasi dengan input citra yang telah memodifikasi dari citra dengan aslinya apabila dikomparasikan dengan input citra modifikasi dengan citra bukan aslinya. Komputasi fitur tekstur dengan mempergunakan metode Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dalam komputasi Contrast, Energy, Correlation, dan Homogenity dapat menunjukkan level kualitas yang berbeda pada input citra yang telah memodifikasi dari citra aslinya.

Daftar Pustaka

- [1] F. Harahap, "Deteksi Foto Manipulasi Dengan Tools Forensicallybeta Dan Imageforensic . Org Dengan Metode Error Level Analysis (Ela)," Tin Terap. Inform. Nusant., Vol. 2, No. 3, Pp. 159–164, 2021.
- [2] M. R. Rasyid, Z. Tahir, And N. Syafaruddin, "Digital Image Processing For Detecting Industrial Machine Work Failure With Quantization Vector Learning Method," J. Pekommas, Vol. 4, No. 2, P. 131, 2019.
- [3] F. A. A. Putra, A. G. Sulaksono, L. T. Utomo, And A. R. Khamdani, "Klasifikasi Buah Dan Sayur Menggunakan Fitur Ekstraksi Hog Dan Metode Knn," Jip (Jurnal Inform. Polinema), Vol. 10, No. 1, Pp. 45–52, 2023.
- [4] Y. N. Nabuasa, "Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesification Pada Citra Abu-Abu," J-Icon, Vol. 7, No. 1, Pp. 87–95, 2019.
- [5] D. Satria, Y. Kartika, And H. Maulana, "Preprosesing Serta Normalisasi Pada Dataset Kupu- Kupu Untuk Ekstraksi Fitur Warna , Bentuk Dan Tekstur," Complet. J. Comput. Electron. Telecommun., Vol. 1, No. 2, Pp. 1–8, 2019.
- [6] D. A. Febrianda, D. Andreswari, And E. P. Purwandari, "Sistem Autentifikasi Citra Digital Terintegrasi Dengan Error Level Analisis (Ela) Dan Color Filter Array (Cfa) Berbasis Web," Rekursif, J., Vol. 4, No. 1, Pp. 45–56, 2016.
- [7] F. Mahardika, A. D. Khatulistian, And A. P. Kuncoro, "Review Foto Forensic . Com Dengan Teknik Error Level Analysis Dan Jpeg Untuk Mengetahui Citra Asli," J. Inform. Pengemb. It , Vol. 03, No. 01, Pp. 71–75, 2018.
- [8] A. Wicaksono, N. Mardiyantoro, And H. Sibyan, "Penerapan Metode Error Level Analysis Untuk Mendeteksi Modifikasi Citra Digital," Biner J. Ilm. Inform. Dan Komput., Vol. 1, No. 1, Pp. 62– 69, 2022.
- [9] L. Widiawati, "Akurasi Deteksi Tepi Wajah Dengan Metode Robert , Metode Prewitt Dan Metode Sobel," J. Ilm. Mika Amik Al Muslim, Vol. 3, No. 2, Pp. 79–87, 2019.
- [10] K. Panggalih, W. Kurniawan, And W. Gata, "Implementasi Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode Roberst , Sobel ,

- Prewitt Dan Canny Pendahuluan Terlebih Dahulu , Sehingga Pemrosesan Citra (Image Processing) Menjadi Teknologi Untuk Menyelesaikan Masalah Dalam Proses Pengol.” Infotek J. Inform. Dan Teknol., Vol. 5, No. 2, Pp. 337–347, 2022.
- [11] M. Z. Andrekha And Y. Huda, “Deteksi Warna Manggis Menggunakan Pengolahan Citra Dengan Opencv Python,” *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. Dan Inform., Vol. 9, No. 4, P. 27, 2021.*
- [12] D. A. Faroeq And R. Umar, “Deteksi Keaslian Citra Menggunakan Metode Error Level Analysis (Ela) Dan Principal Component Analysis (Pca),” *Format, Vol. 8, No. 2, Pp. 132–137, 2019.*
- [13] E. Ndruru, “Penerapan Metode Error Level Analysis Dan Laplacian Of Gaussian Untuk Deteksi Tepi Citra Ct Scan Paru-Paru,” *J. Informatics Manag. Inf. Technol., Vol. 1, No. 1, Pp. 34–38, 2021.*
- [14] R. Pramudiya, C. Asyraq, A. Kadafi, And P. Sardika, “Analisis Gambar Menggunakan Metode Grayscale Dan Hsv (Hue , Saturation , Value),” *Just It J. Sist. Informasi, Teknol. Inf. Dan Komput., Vol. 14, No. 3, Pp. 174–180, 2024.*
- [15] I. D. Damayanti, A. Michael, H. K. Y. Piopadang, And P. Setriyanti, “Klasifikasi Citra Daging Babi Dan Daging Kerbau Menggunakan Histogram Citra Dan Glcm,” *J. Syst. Comput. Eng., Vol. 4, No. 2, Pp. 188–200, 2023.*
- [16] P. N. Candra And A. Prapanca, “Klasifikasi Gambar Asli Dan Manipulasi Menggunakan Error Level Analysis (Ela) Sebagai Proses Komputasi Metode Convolutional Neural Network (Cnn),” *Jinacs (Journal Informatics Comput. Sci., Vol. 02, No. 01, Pp. 9–18, 2020.*
- [17] I. G. Nengah, B. Darmawan, G. Made, A. Sasmita, And P. W. Buana, “Pengembangan Metode Pendeteksi Modifikasi Citra Menggunakan Metode Error Level Analysis,” *Merpati, Vol. 7, No. 1, Pp. 29–36, 2019.*
- [18] K. E. Purnama Et Al., “Analisis Forensic Citra Digital Menggunakan Teknik Error Level Analysis Dan Metadata Berdasarkan Metode Nist,” *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform., Vol. 7, No. 2, Pp. 1100–1107, 2023.*
- [19] E. Wahyudi, D. Triyanti, And I. Ruslianto, “Identifikasi Teks Dokumen Menggunakan Metode Profile Projection Dan Template Matching,” *J. Coding Sist. Komput. Untan, Vol. 03, No. 2, Pp. 1– 10, 2015.*
- [20] R. Widodo, A. W. Widodo, And A. Supriyanto, “Pemanfaatan Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrix (Glcm) Citra Buah Jeruk Keprok (Citrus Reticulata Blanco) Untuk Klasifikasi Mutu,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput., Vol. 2, No. 11, Pp. 5769–5776, 2018.*