

Forensik Citra Digital Menggunakan Metode *Error Level Analysis*, *Clone Detection* dan *Exif* Untuk Deteksi Keaslian Gambar

Hasan Bisri^{1✉}, Marza Ihsan Marzuki²

¹ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Indonesia

² Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pertamina, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 27-02-2023

Direvisi : 06-03-2023

Diterima : 15-03-2023

Kata Kunci:

Forensik Citra Digital,
Error Level Analysis, *Clone detection*, *EXIF Metadata*.

Keywords :

Forensik Citra Digital,
Error Level Analysis, *Clone detection*, *EXIF Metadata*.

Corresponding Author :

Hasan Bisri

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas MercuBuana

Jl. Raya, RT.4/RW.1, Meruya Sel., Kec. Kembangan, Jakarta, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11650

Email: chasanbisri13@gmail.com

ABSTRAK

Deteksi pemalsuan citra digital memerlukan metode analisis yang lebih canggih daripada sekadar mengandalkan pengamatan visual manusia. Meskipun terdapat banyak metode untuk melakukan pembuktian pada citra yang telah di-edit, namun setiap metode memiliki tingkat kompleksitas yang berbeda. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan tiga metode citra forensik, yaitu *Error Level Analysis* (ELA), *Clone Detection* (CD), dan *Exchangeable Image File* (EXIF) Metadata untuk melakukan analisis pada citra digital dari berbagai sumber pengambilan. Dengan menerapkan ketiga metode tersebut, tahapan forensik citra digital menjadi alternatif utama dalam pembuktian citra digital yang telah mengalami rekayasa editing. Simulasi dilakukan dengan menggunakan sampel citra digital *original* dengan citra digital *editing* untuk menguji keandalan dan efektivitas ketiga metode tersebut.

ABSTRACT

The detection of digital image fraud requires more sophisticated analytical methods than relying solely on human visual observation. Although there are many methods to prove edited images, each method has a different level of complexity. In this study, researchers used three forensic image methods, namely *Error Level Analysis* (ELA), *Clone Detection* (CD), and *Exchangeable Image File* (EXIF) Metadata to analyze digital images from various sources. By applying these three methods, the digital image forensics stage becomes the main alternative in proving digital images that have undergone editing engineering. The simulation is carried out using original digital image samples with digital image editing to test the reliability and effectiveness of the three methods.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini yang begitu pesat tidak bisa dihindari oleh kita, terutama dalam bidang citra digital yang saat ini semakin mudah, banyak pilihan dan berbiaya rendah dalam penggunaan berbagai macam aplikasi maupun *software editing* sebuah citra digital yang menyebabkan hilangnya keaslian dari citra digital tersebut dengan tujuan berbagai tujuan dan kepentingan [1]. *software* dan aplikasi *editing* yang semakin canggih mampu memproses tanpa meninggalkan jejak visual kasat mata, sehingga citra digital tampak seperti asli sehingga merusak kredibilitas orisinalitas citra dalam berbagai aspek. proses ini terjadi dikarenakan pada dasarnya sebuah citra digital merupakan sebuah kombinasi titik, garis, bidang dan warna untuk merepresentasikan sebuah objek yang di *capture*. Perubahan-perubahan ini hampir tidak dapat terdeteksi oleh mata untuk melihat keasliannya [2]. Selain merusak kredibilitas sebuah citra digital menjadi diragukan integritas yang terdapat didalam sebuah citra digital. faktor kemudahan memanipulasi dari berbagai macam *software* maupun aplikasi sering dimanfaatkan untuk kepentingan tertentu, oleh karena itu perlu adanya sebuah cara atau metode yang semakin mudah untuk melakukan proses pembuktian sebuah citra digital sudah mengalami proses rekayasa manipulasi [3].

Pemalsuan pada sebuah citra digital adalah proses manipulasi pada bagian-bagian tertentu atau secara keseluruhan citra baik terhadap objek yang menjadi sebuah citra digital yang analisa dan prosesnya menggunakan *software* pada komputer atau laptop maupun beberapa aplikasi yang terdapat di *smartphone* maupun dengan metode lainnya yang sering digunakan dalam rekayasa sebuah citra digital. Definisi *forensic image* adalah sebuah bidang keilmuan yang dalam pengaplikasiannya dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan proses identifikasi dan mampu melakukan verifikasi pada sebuah citra digital tersebut, bagaimana sebuah citra digital telah mengalami proses rekayasa tadi lalu dengan berbagai macam metode pembuktian dengan titik berat dari parameter tertentu yang bisa membuktikan secara ilmiah bahwa citra digital tersebut telah direkayasa [4].

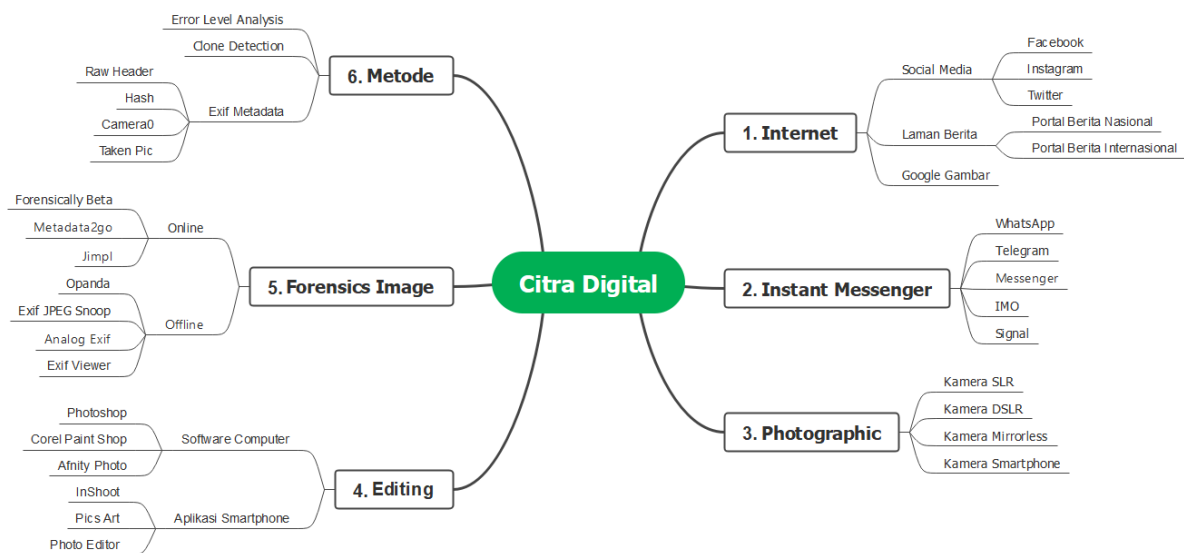
Kasus penyalahgunaan *software* atau aplikasi adalah konten yang di dalamnya terdapat citra digital yang sudah di manipulasi dengan maksud dan tujuan penggiringan opini tertentu terutama dalam *social media* maupun internet, semakin banyaknya akses *upload* ke *social media* membuat penyebaran citra digital hasil rekayasa menjadi masiv dengan penyebaran yang saling membagikan citra digital bahkan kemudahan men-*download* dari berbagai perangkat membuat citra digital seperti kehilangan privasi data pribadi dan dapat dimanipulasi oleh oknum dengan tujuan tertentu [5]. Tindakan manipulasi citra digital yang diambil dari berbagai macam sumber merupakan kejahatan dalam pemalsuan citra digital yang dapat menggiring sebuah opini publik yang melihat citra digital rekayasa menjadi opini sebaliknya, oleh karena itu perlunya ada pengujian keaslian citra digital menjadi hal penting untuk meng-*counter* opini terhadap citra digital yang termanipulasi di *social media* yang sudah menyebar masiv dan viral [6]

Peneliti melihat hal ini sebuah permasalahan yang sering terjadi di dalam dunia maya, baik media *social* maupun platform IM (*Instant Messenger*) yang sering kali oknum memanfaatkan proses *editing* melalui aplikasi pada *smartphone* untuk kepentingan dirinya yang tentu saja menimbulkan kerugian di pihak lain [7], atas dasar hal tersebut peneliti melakukan percobaan dengan mengambil sampel citra digital dari *social media* dan foto dengan 3 buah sampel *smartphone* yang berbeda lalu membuat rekayasa *editing* dengan aplikasi *photoshop Express*. Hal ini bertujuan untuk meyakinkan secara ilmiah keaslian dan otentifikasi, keutuhan yang tak terbantahkan (*non-repudiation*) maka diperlukan metode yang mampu melakukan hal itu semua [8]. ELA (*Error Level Analysis*) sangat baik jika dalam penggunaan pendeteksian keaslian citra digital dengan pendekatan teknik *image splicing* membuat sebuah area dalam citra digital yang dicurigai telah terekayasa pada sebuah sampel citra digital akan meningkatkan faktor resiko yang lebih besar sebaran *error level* akan terlihat berbeda dengan citra aslinya, Metode ELA (*Error Level Analysis*) dapat digunakan sebagai salah satu *tools* dari beberapa yang ada dalam mendeteksi manipulasi yang terjadi pada sebuah citra digital mampu menampilkan area yang dicurigai [10] Pembuktian keaslian sebuah citra digital menjadi tugas yang sulit untuk menemukan otentifikasi suatu citra digital dengan mata

telanjang. Penelitian ini bertujuan untuk menggali dalam bidang forensik terutama pada sub bagian di citra digital, obeservasi penggunaan metode *Error Level Analysis*, *Clone Detection* dan Exif (*Exchangeable Image File*) Metadata dalam menganalisa citra digital yang terduga telah mengalami proses rekayasa editing diantara berbagai metode yang ada dengan pertimbangan kemudahan dalam pemakaian metode, kecepatan waktu dan efektifitas hasil penelitian kebanyakan penggunaan aplikasi *editing* adalah dengan mengkompresi foto, mengingat kasus forensik digital terkait dengan jenis file dengan format JPEG yang telah terekayasa dan mengalami perubahan isi maka file tersebut perlu dilakukan forensik digital dalam penelitian pembuktian keaslian pada file JPEG tersebut. Baik dengan menggunakan metode pembuktian citra dengan cara terbalik dalam meneliti tingkat *noise* yang ditimbulkan akibat proses editing maupun dengan metode lainnya [16] [17].

METODE PENELITIAN

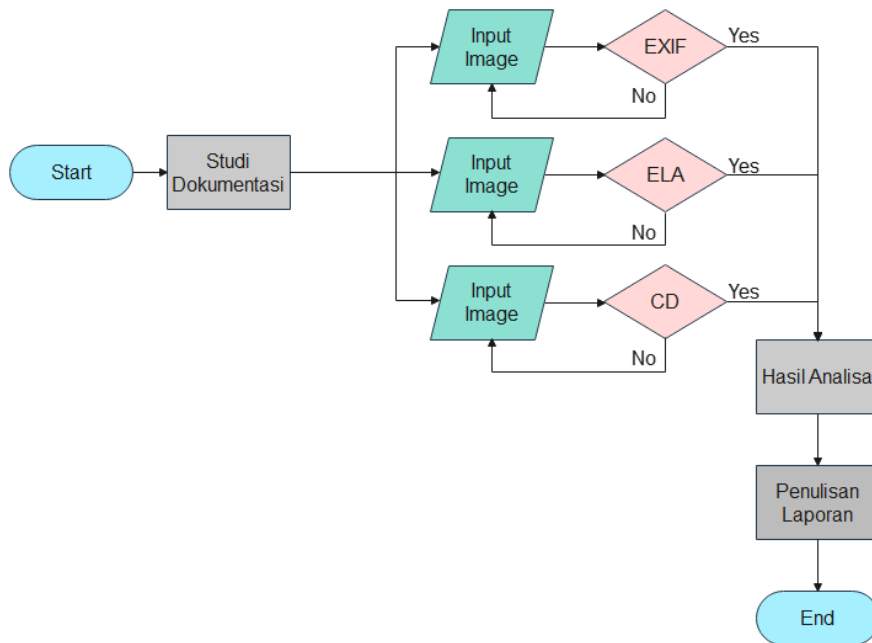
Peneliti membuat *roadmap* penelitian dengan membuat *mapping* arah penelitian secara garis besar dengan membuat Citra Digital sebagai *centre point* dalam pembuatan penelitian ini, seperti terlihat pada gambar *Mindmap* berikut:



Gambar 1. Mindmap

Setelah membuat *mindmap*, citra digital yang menjadi *centre of the art*, citra digital yang terhubung ke internet pasti ter-upload ke *social media* seperti *Facebook*, *Instagram*, *Twitter* kemudian laman berita seperti portal berita nasional maupun internasional dan pada *Google gambar*. Penyebaran citra digital yang melalui IM (*Instant Messenger*) seperti *WhatsApp*, *Telegram*, *Messenger*, *IMO* dan *Signal* yang bisa membuat sebuah citra digital begitu masiv penyebarannya. File citra digital yang tersebar mempunyai alat sebagai sumber pengambilan objek citra yang beragam, baik menggunakan kamera SLR, kamera DSLR, kamera *mirrorless* maupun kamera *smartphone*. Pada proses *mapping* penelitian dalam hal editing, peneliti membuat *roadmap* dengan membagi menjadi 2, yaitu dengan menggunakan *software computer* seperti *photoshop*, *corel paintshop*, *afnity photo* dan aplikasi pada *smartphone* seperti *inshot*, *picsart*, *photo editor* yang kemudian peneliti memilih menggunakan *photoshop express* untuk membuat skenario rekayas *editing* pada citra digital. Pada *forensic image*, peneliti membagi 2 cara yaitu dengan cara *online* seperti *forensically beta*, *metadata2go*, *jimpl* dan cara *offline* seperti *Exif JPEG Snoop*, *analog Exif*, *Exif viewer* dalam proses forensiknya. Pemilihan metode yang akan digunakan adalah metode *Error Level Analysis*, *Clone Detection* dan *Exchangeable Image File* metadata, pemilihan metode dalam melakukan analisa citra digital sangat baik, yang mencapai percentage keberhasilan diatas 90%.

Kerangka kerja dalam penelitian ini digambarkan secara terstruktur yang diawali dari percobaan secara langsung dengan meng-*upload* citra digital ke laman *forensically beta* seperti ditampilkan pada gambar *flowchart* berikut



Gambar 2. Flowchart

Pada gambar *flowchart* diatas, menggambarkan proses alur penelitian yang dimulai dari proses studi dokumentasi dengan menggunakan *Metode Error Level Analysis, Clone Detection* lalu Exif untuk Deteksi Keaslian Gambar, pembahasan penelitian dengan menggunakan laman *forensically beta*, dengan melakukan proses *upload* citra digital ke dalam laman tersebut lalu mengolah citra digital sesuai dengan metode satu persatu, pengujian pada laman *forensically beta* dengan beberapa parameter dalam proses analisisnya, nilai parameter ini sudah diteliti dan dilakukan pendalaman *observasi* sehingga peneliti berkesimpulan, parameter ini adalah parameter terbaik dalam proses penelitian dengan menggunakan laman *forensically beta*.

Peneliti melakukan proses editing dari citra digital dengan 3 sumber smartphone, yaitu iphone 5s, Oppo A92 dan Huawei Nova 9 dengan menggunakan aplikasi *editing photoshop express*. Proses ini dilakukan untuk mencoba beberapa skenario *editing* citra digital dengan berbagai *editing* sebanyak 30 sampel dengan berbagai kondisi dan skenario untuk menunjang terkumpulnya beberapa proses maupun narasi cerita yang kompleks dalam penyusunan penelitian ini dalam hal citra digital sebagai bahan penelitian dan akan meng-*highlight* citra yang mempunyai nilai percentage diatas 90% yang akan ditampilkan pada jurnal ini

Parameter yang digunakan dalam laman *forensically beta* untuk penelitian ini, untuk parameter metode *Error Level Analysis* adalah:

Tabel 1. ELA

ELA	Parameter	Keterangan
<i>JPEG Quality</i>	90	Kualitas citra digital saat dilakukan analisa
<i>Error Scale</i>	20	Tingkat kesalahan dalam analisa citra digital
<i>Opacity</i>	0,95	Transparansi pada sebuah layer citra digital untuk dapat dilalui cahaya

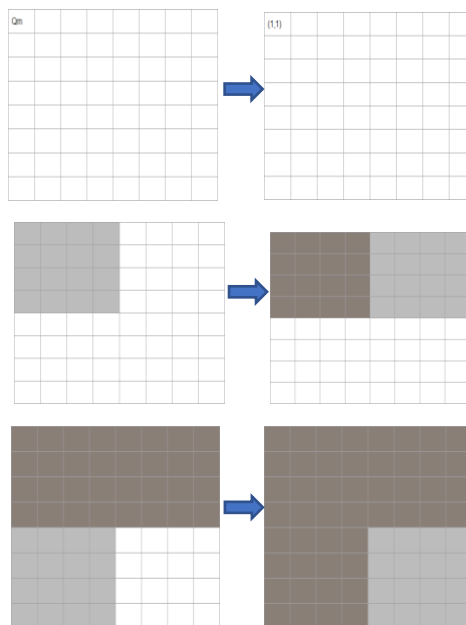
Kemudian parameter yang digunakan dalam melakukan analisa menggunakan *forensically beta* untuk metode *Clone Detection* lebih banyak dibandingkan metode *Error Level Analysis*, hal ini dikarenakan metode *Clone Detection* mencari kemiripan pada citra digital yang telah mengalami rekayasa secara *copy move* dengan mengambil area pada citra digital asli, parameternya adalah:

Tabel 2. CD

CD	Paremeter	Keterangan
<i>Minimal Similarity</i>	0,10	Layer pada citra digital yang memiliki kesamaan warna, bentuk, ukuran atau orientasi yang terkait
<i>Minimal Detail</i>	0,01	Layer pada citra digital yang menampilkan layer tertentu yang dianggap paling penting untuk ditampilkan
<i>Minimal Cluster Size</i>	8	Layer atau bagian pada sebuah citra digital
<i>Block Size</i>	4	Ukuran <i>byte</i> pada sebuah citra digital
<i>Maximal Image Size</i>	1024	Ukuran keseluruhan sebuah citra digital

A. Error Level Analysis

Salah satu metode dalam *Image Forensic* adalah dengan menerapkan ELA (*Error Level Analysis*), yang mana dalam metode ini akan mendeteksi area sebagian pada sebuah citra digital dengan tampilan piksel piksel yang berbeda, pergeseran maupun tumpukan piksel akan sangat terlihat pada citra digital yang sudah mengalami proses rekayasa, tumpukan piksel ini menyebabkan citra kehilangan kontras warna asli, hal ini tidak bisa dilihat oleh mata biasa dikarenakan detail yang ditampilkan tidak dapat ditangkap oleh mata biasa. Dengan bantuan metode ini, setiap tumpukan dan perubahan kontras maupun warna akan terlihat dengan baik, teknik ini *men-upload* citra digital ke dalam *forensically beta* melewati proses kompresi ganda. Pada tahap ini akan menampilkan piksel piksel yang perubahannya tidak mencolok dengan piksel disebelahnya dalam area yang sama dan yang mampu menampilkan bagian bagian piksel yang telah mengalami pergeseran atau penumpukan [10].



Gambar 3. ELA

Metode ELA (*Error Level Analysis*) bekerja pada sebuah citra digital dengan mengkompres dan mengganti susunan dasar pada warna sebuah citra yang berformat digital memiliki susunan warna RGB (*Red Green Blue*) menjadi YCrCb (*Luminance and Chrominance*) pada bidang 2 dimensi ukuran 8x8 [11].

B. Clone Detection

Metode CD (*Clone Detection*) menjadi pelengkap metode *Error level Analysis* yang dapat memetakan area yang memiliki kemiripan mencapai akurasi rata-rata 94,1% sampai 94,9% untuk mendeteksi kecerahan dan kontras. Pemvisualisasian *clone detection* pada hasil pemrosesan citra digital yang mampu terdeteksi, dapat menampilkan informasi kecocokan warna dalam parameter tertentu, meningkatkan nilai metode *error level analysis* [12][13].

Metode CD (*Clone Detection*) mampu menangkap area citra digital dengan mengambil potongan area yang berasal dari *frame* yang sama dengan *size* sama, kemiripan ini yang tidak dapat terdeteksi oleh mata biasa dikarenakan citra telah direkayasa dengan mengambil area pada objek citra untuk menutupi area lain.



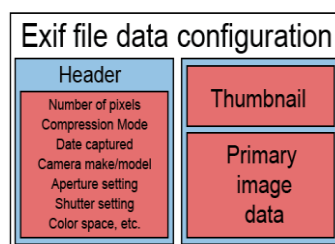
Gambar 4. CD

Pada Gambar diatas terlihat CD (*Clone Detection*) dapat menangkap *copy move* yang dipakai untuk menutup subjek kapal yang pada citra *editing* telah dihilangkan.

C. Exif Metadata

EXIF (*Exchangeable Image File*) adalah informasi yang berisi data seputar informasi pada sebuah citra digital. Metadata EXIF (*Exchangeable Image File*) merupakan sebuah standar ISO 12232:2019 yang menjadi standart untuk setiap file citra digital yang dibuat oleh perangkat pengambilan subjek citra maupun aplikasi yang digunakan. Biasanya berisi tentang informasi *eksposure* seperti *shutter speed* dan *white balance* pada kamera otomatis, ISO, *aperture* pada kamera DSLR, tanggal, jam pada saat melakukan pemotretan, dan *focal length lens*. Informasi ini tidak bisa didapatkan jika menggunakan kamera analog. [14].


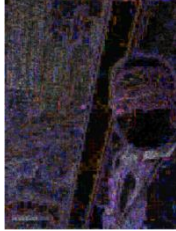







Metode Metadata EXIF (*Exchangeable Image File*) yaitu dengan melihat rekaman aktivitas citra digital. Jika citra digital tersebut asli, maka dari *camera smartphone* atau DSLR, akan terdapat semua informasi tentang merk kamera. Metode ini ada yang bisa di implementasi dan baik secara *offline* dan *online*. Disini digunakan versi *online*, dimana untuk dilakukan test pada *tools online* yang dalam penggunaannya menggunakan jaringan internet yang membutuhkan kestabilan konektivitas.



Gambar 5. Exif

Kemudian penggunaan metode ELA (*Error Level Analysis*), CD (*Clone Detection*) lalu Exif (*Exchangeable Image File*) yang peneliti pakai untuk pembuktian citra digital *editing* adalah dengan menggunakan sampel 3 citra digital yang sama yang juga diambil dengan menggunakan *smartphone* 3 berbeda, dengan penempatan citra asli lalu hasil ELA (*Error Level Analysis*), CD (*Clone Detection*) dan Exif (*Exchangeable Image File*).

Tabel 4. Citra Editing

NO	Citra Edit	ELA	CD	EXIF
1				<pre>XResolution: 72 YResolution: 72 ResolutionUnit: 2 Software: Adobe Photoshop Express (Android) Mun Dec 26 2022 ModifyDate: 22:08:44 GMT+0700 (Western Indonesia Time) ColorSpace: 1 HasThumbnail: false</pre>
2				<pre>XResolution: 72 YResolution: 72 ResolutionUnit: 2 Software: Adobe Photoshop Express (Android) Mun Dec 26 2022 ModifyDate: 22:04:53 GMT+0700 (Western Indonesia Time) ColorSpace: 1 HasThumbnail: false</pre>
3				<pre>XResolution: 72 YResolution: 72 ResolutionUnit: 2 Software: Adobe Photoshop Express (Android) Mun Dec 26 2022 ModifyDate: 22:09:26 GMT+0700 (Western Indonesia Time) ColorSpace: 1 HasThumbnail: false</pre>

Pada tabel diatas dapat terlihat sampel 3 buah citra digital *editing* yang telah diproses dengan ketiga metode yaitu ELA (*Error Level Analysis*), CD (*Clone Detection*) dan Exif (*Exchangeable Image File*). Terlihat pada metode ELA, sebaran piksel terlihat tidak merata dan sebaran tingkat kontras citra digital sangat kasar, lalu pada metode CD terlihat ada beberapa titik yang dari size, kontras dan warna nya identik sehingga analisa metode CD dapat membaca bagian tersebut, pada metode Exif terlihat informasi citra digital *editing* berubah, sehingga bisa dipastikan dari metode ini bahwa citra digital tersebut adalah sudah direkayasa.

Hasil dari proses dan penelitian dengan menggunakan laman *forensically beta* untuk ELA (*Error Level Analysis*), CD (*Clone Detection*), Exif (*Exchangeable Image File*) Metadata dapat di kelompokkan dalam penilaian *skoring* dengan parameter waktu untuk menghitung lamanya durasi memproses, efektifitas dengan parameter keberhasilan 1 untuk paling rendah dan 10 untuk paling tinggi dalam keberhasilan mengenalisa citra asli.

Tabel 5. Kesimpulan

Kolom 1	ELA	CD	Exif
Waktu	10 (2 detik)	8,7 (30 detik)	9,5 (5 detik)
Efektifitas	9,6	9,8	10
Kemudahan	8,8	9,7	10
Skor	28,4	28,2	29,5
Percentage	94,6%	94,0%	98,3%

Pada jurnal sebelumnya, metode CD (*Clone Detection*) menjadi pelengkap metode *Error level Analysis* yang dapat memetakan area yang memiliki kemiripan mencapai akurasi rata-rata 94,1% sampai 94,9% untuk mendeteksi kecerahan dan kontras. Pemvisualisasian *clone detection* pada hasil pemrosesan citra digital yang mampu terdeteksi, dapat menampilkan informasi kecocokan warna dalam parameter tertentu, meningkatkan nilai metode *error level analysis* [12][13] dan dengan pembuktian penelitian ini tingkat percentage keberhasilan dengan membandingkan ketiga metode tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pembuktian keaslian citra digital dengan metode ELA (*Error Level Analysis*) berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan 94,6% untuk citra digital dengan objek yang memiliki sifat perbedaan tumpukan layer. Pembuktian keaslian citra digital dengan metode CD (*Clone Detection*) berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan 94% untuk citra digital dengan objek yang memiliki kemiripan *size splitching*, kontras dan warna yang identik. Pembuktian keaslian citra digital dengan metode Exif (*Exchangeable Image File*) Metadata berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan 98,3% untuk citra yang sudah berubah identitas EXIF (*Exchangeable Image File*) nya. Dari ketiga metode tersebut dapat dibuat sebuah alur proses dalam mendeteksi keaslian citra digital yaitu, dengan melihat data file Exif (*Exchangeable Image File*) metadatanya terlebih dahulu jika terindikasi perbedaan hasil maka dapat dilanjutkan dengan metode yang lain untuk memastikan di sisi mana citra digital telah terekayasa. Jika terindikasi penambahan citra, metode *Error Level Analysis* mampu menjalankan proses pembuktian, jika terindikasi penggandaan subjek pada citra dapat menggunakan metode *Clone Detection*.

Saran

Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan *tools offline* yang lain dan proses analisis yang mudah ini dapat menjadi alternatif dalam proses pembuktian keaslian citra digital dan dapat menjadi landasan pada penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini, serta kepada seluruh reviewer untuk keluangannya dalam mereview jurnal ini.

REFERENSI

- [1] 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. Pengemb. IT*, vol. 03, no. 01, pp. 71–75, 2018.
- [2] J. Lahagu, "MENDETEKSI ORISINALITAS CITRA DIGITAL DENGAN MENERAPKAN METODE ADLER-32," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.30865/komik.v3i1.1694.
- [3] K. Khairunnisak, H. Ashari, and A. P. Kuncoro, "ANALISIS FORENSIK UNTUK MENDETEKSI KEASLIAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE NIST," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 3, no. 2, pp. 72–81, Nov. 2020, doi: 10.31598/jurnalresistor.v3i2.634.
- [4] D. A. Farook, R. Umar, and I. Riadi, "Deteksi Keaslian Citra Menggunakan Metode Error Level Analysis (ELA) dan Principal Component Analysis (PCA)," *J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 132, Feb. 2020, doi: 10.22441/format.2019.v8.i2.006.

- [5] R. Toyib, G. Gunawan, I. S. Pangumbaran, and N. Faizin, "Implementasi Algoritma Template Matching Dalam Mendeteksi Keaslian Foto Pada Media Sosial," *JTIS (Journal Technopreneursh. Inf. Syst.*, vol. 3, no. 3, pp. 32–40, 2021, doi: 10.36085/jtis.v3i3.844.
- [6] W. S. P. Zega, H. Sunandar, and ..., "Implementasi Algoritma Fungsi Hash Grostl Untuk Mendeteksi Orisinalitas Citra Digital," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 296–302, 2020, doi: 10.30865/komik.v4i1.2709.
- [7] I. P. Wiratama, A. Suharso, and C. Rozikin, "Akuisisi Bukti Digital Dan Deteksi Keaslian Citra Pada Whatsapp Menggunakan Metode NIST Dan ELA," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 712–726, 2021.
- [8] S. Hajar, "Analisa Metode Message Digest 5 (Md5) Untuk Mendeteksi Orisinalitas Citra Digital," *Pelita Inform. Inf. dan Inform.*, vol. 9, pp. 142–148, 2021, [Online]. Available: <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/pelita/article/view/2875>
- [9] Rosidin, "Analisis Pendeteksi Kecocokan Objek Pada Citra Digital Menggunakan Matlab Dengan Metode Algoritma Sift," Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [10] Y. Mitha Djaksana and A. K. Rivai, "Analisis Manipulasi Citra (Image Forgery) Menggunakan Integrasi Metode Error Level Analysis Dan Block Matching," *JESIT (Jurnal Teknol. Informasi)*, vol. 83, no. 01, pp. 78–84, 2018.
- [11] A. Wicaksono, N. Mardiyantoro, and H. Sibyan, "PENERAPAN METODE ERROR LEVEL ANALYSIS UNTUK MENDETEKSI MODIFIKASI CITRA DIGITAL," *BINER (Jurnal Ilm. Inform. Komputer)*, vol. 1, no. 1, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/biner>
- [12] A. C. K. Jiayuan FAN, "MODELING THE EXIF-IMAGE CORRELATION FOR IMAGE MANIPULATION DETECTION," *ICIP*, vol. 978-1-4577, no. 11, p. 4, 2011.
- [13] Y. Wang and D. Liu, "Image-Based Clone Code Detection and Visualization," *Proc. - 2019 Int. Conf. Artif. Intell. Adv. Manuf. AIAM 2019*, pp. 168–175, 2019, doi: 10.1109/AIAM48774.2019.00041.
- [14] A. Apriliani, K. Hijjayanti, F. Ilmu Komputer, U. H. Singaperbangsa Karawang Jl Ronggowaluyo, and T. Timur, "ANALISIS KEASLIAN CITRA DENGAN MENGGUNAKAN EXIF METADATA," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 2502–714, 2020.
- [15] M. Subli and M. Masjun Efendi, *Perbandingan Hasil Analisa Foto Hoax Menggunakan Metode Exif/Metadata, Reverse Image Dan Forensics*, vol. x, No.x. 2020, pp. 1–5. [Online]. Available: <https://exiftool.org/>
- [16] N. A. N. Azhan, R. A. Ikuesan, S. A. Razak, and V. R. KEBANDE, "Error Level Analysis Technique for Identifying JPEG Block Unique Signature for Digital Forensic Analysis," *Electron.*, vol. 11, no. 9, May 2022, doi: 10.3390/electronics11091468.
- [17] L. Wang, P.-A. Fayolle, and A. G. Belyaev, "Reverse image filtering with clean and noisy filters," *Signal, Image Video Process.*, Jul. 2022, doi: 10.1007/s11760-022-02236-w.