

# Optimalisasi Validitas Pengujian Otentisitas dan Kredibilitas pada Forensik Foto Digital dengan Metode ACE-V

Bayu Tapa Brata <sup>1,\*</sup>, Abrar Hiswara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Informatika; Universitas Bhayangkara Jaya Raya; Jl Raya Perjuangan No. 81 Bekasi Utara, (021) 889558822; e-mail: [bayu.tapabrata@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:bayu.tapabrata@dsn.ubharajaya.ac.id)

\* Korespondensi: e-mail: [bayu.tapabrata@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:bayu.tapabrata@dsn.ubharajaya.ac.id)

Diterima: 30 Nov 2020; Review: 11 Des 2020; Disetujui: 29 Des 2020; Diterbitkan: 31 Des 2020

---

## Abstract

*There are various kinds of photo authenticity and credibility testing techniques used in digital photo forensics. This research seeks to test the detection performance of three testing techniques in digital photo forensics, namely: jpeg-ghost, histogram equalization-gamma correction, and error level analysis (ELA) on three digital photo manipulation categories, namely: splicing-duplicate, splicing-erase, and copy-move. Verification procedure borrowed from the ACE-V forensic-identification method applied through the use of more than one testing technique that aims to test findings using either one technique. Thus, the Verification procedure is expected to optimize the validity of testing result and able to reveal relevant findings among the testing techniques.*

**Keywords:** *photo forensics, multimedia security*

## Abstrak

Terdapat berbagai macam teknik pengujian otentisitas dan kredibilitas foto yang digunakan pada forensik foto digital. Penelitian ini berusaha melakukan pengujian kinerja deteksi tiga teknik pengujian dalam forensik foto digital, yaitu: jpeg-ghost, histogram equalization-gamma correction, dan error level analysis (ELA) terhadap tiga kategori manipulasi foto digital, yaitu: splicing-duplicate, splicing-erase, serta copy-move. Prosedur Verification yang dipinjam dari metode ACE-V (bidang forensik identifikasi) diterapkan lewat penggunaan lebih dari satu teknik pengujian yang bertujuan menguji hipotesis yang didapat dari temuan hasil pengujian menggunakan salah satu teknik. Dengan demikian, prosedur Verification diharapkan dapat meningkatkan validitas hasil pengujian yang mampu mengungkap temuan yang relevan antar teknik pengujian

**Kata kunci:** forensik foto, keamanan multimedia

## 1. Pendahuluan

Pemalsuan foto merupakan salah satu bentuk kejahatan terkait komputer (*computer related crime*) yang perkembangannya cukup masif di Indonesia. Sebuah survey pada tahun 2019 memperlihatkan fakta bahwa media sosial menjadi kanal utama dalam distribusi *hoax* (berita palsu), yaitu 87.5 %.

Jika dilihat dari jenis medianya, *hoax* berupa foto palsu mencapai 37.5 %, sedangkan video 0.40 %, dan teks 57.9 % (mastel.id, 2019) . Fakta ini cukup relevan dan logis bila dikaitkan dengan akses Internet yang semakin mudah karena hampir semua ponsel pintar (*smartphone*) yang ada di pasaran saat ini telah dilengkapi dengan fitur koneksi Internet serta kamera (foto dan video).

Jumlah pengguna Internet di Indonesia antara tahun 2019 sampai dengan kuartal kedua 2020 mengalami peningkatan sebesar 25.5 juta (APJII, 2020). Temuan lebih lebih mendalam dalam survey tersebut adalah 95.4 % pengguna mengakses Internet dari *smartphone*, 19.7 % dari laptop dan PC tablet, serta 9.5 % dari PC *desktop*.

Aplikasi pengolah foto dan video yang sudah tersemat secara bawaan (*embedded*) dalam paket pembelian beberapa merk dan seri *smartphone* berkontribusi dalam distribusi foto *hoax*. Bahkan, aplikasi pengolah foto dan video yang berasal dari pengembang pihak ketiga (*third party*) baik yang berbayar maupun gratis tersebar di Internet.

Teknik manipulasi foto sudah ada sejak era foto analog lewat teknik “kamar gelap”, tidak terbatas pada era foto digital yang di Indonesia dimulai pada pertengahan dekade kedua tahun 2000 melalui teknik “kamar terang” atau aplikasi komputer seperti Adobe Photosop atau GIMP (GNU Image Manipulation Program).

Faktor utama yang menentukan sebuah manipulasi foto digolongkan sebagai pemalsuan atau tidak adalah tujuan dan bidang penggunaannya. Manipulasi foto untuk tujuan berita atau jurnalistik tidak dapat diterima samasekali. Sebaliknya, untuk keperluan seni dan hiburan (misalnya iklan), relatif lebih longgar.

Sementara itu, untuk tujuan riset ilmiah, manipulasi foto masih dapat diterima dengan kriteria dan persentase tertentu (Bevilaqua, 2020) dan (Cromey, 2010). Teknik-teknik manipulasi yang menyerupai teknik *darkroom* (tingkat kepekaan cahaya pada kertas foto dan waktu penyinaran film terhadap kertas cetak) seperti: *simple adjustment* terhadap seluruh bagian foto (*brightness-contrast, levels, curves, gamma*), *cropping* masih diijinkan. Sedangkan teknik manipulasi parsial seperti *dodging, burning*, serta *cloning* tidak diijinkan. Untuk bidang biologi, penggunaan filter diijinkan dengan syarat tidak menyebabkan artefak atau *noise*.

Senada dengan (Bevilaqua, 2020), dalam jurnalnya (Singh & Malik, 2015) mengklasifikasikan manipulasi foto menjadi 2, yaitu: *innocent* (tidak bersalah atau tidak disengaja) dan *malicious* (jahat). Tindakan pengubahan dimensi dan resolusi foto serta rotasi

termasuk dalam kategori *innocent*. Sedangkan tindakan *cloning* termasuk dalam kategori *malicious*.

Salah satu contoh kasus dugaan pemalsuan foto yang cukup terkenal dan kontroversial di bidang jurnalistik pernah dilakukan oleh peserta kontes foto jurnalistik dunia *World Press Photo Contest* (WPPC) tahun 2013 berjudul "*Mourners of Gaza*" karya Paul Hansen. Indikasi pemalsuan foto didapat melalui pengujian otentitas foto menggunakan kombinasi antara teknik analisis metadata EXIF dan GPS (*Global Positioning System*) serta teknik pengamatan koherensi elemen fotografis.



Sumber: <https://www.worldpressphoto.org/collection/photo/2013/29934/1/2013-paul-hansen-sn1>

Gambar 1. "Mourners of Gaza" karya Paul Hansen

Berdasarkan informasi metadata EXIF dan GPS dalam *file* foto tersebut, terlihat bahwa perekaman dilakukan di belahan bumi Utara pada pagi hari di bulan November. Dengan demikian, Matahari belum begitu tinggi sehingga intensitas cahayanya belum kuat (masih baur bernuansa kemerahan), karakter bayangan yang terbentuk seharusnya "lunak". Demikian pula, arah datangnya cahaya dari sumber (Matahari) tidak sinkron dengan arah jatuhnya bayangan di wajah para subjek foto.

Contoh lain kasus dugaan pemalsuan foto yang sempat menjadi *trending topic* dan polemik di kalangan warganet atau netizen (*Internet citizen*) adalah unggahan foto oleh fotografer Ari Wibisono yang memperlihatkan lanskap jalanan kota Jakarta berlatarbelakang Gunung Gede-Pangrango.



Sumber: <https://utaratimes.pikiran-rakyat.com/nasional/pr-1191454819/ari-wibisono-kecewa-foto-karyanya-gunung-gede-pangrango-dianggap-tempelan-ini-penjasannya>

Gambar 2. "Pemandangan Gunung Gede Pangrango di Kemayoran Jakarta Pusat Pagi Ini" karya Ari Wibisono

Di dalam deskripsinya, foto lanskap yang direkam dari *fly-over* Jalan H.B.R Kemala Motik di Kemayoran tersebut mencoba memberikan bukti visual tentang kualitas udara sedang bersih di Jakarta sehingga Gunung Gede-Pangrango jelas terlihat di latarbelakang tanpa terhalang kabut akibat polusi udara.

Polemik yang timbul melibatkan fotografer senior Harian Kompas, Arbain Rambey. Menurutny, foto tersebut adalah hasil manipulasi "tempelan" (*copy-move*) karena untuk dapat merekam objek di latarbelakang dengan ukuran besar diperlukan lensa bertitik api (*focal length*) panjang atau lensa tele serta jarak pemotretan yang jauh. Sementara itu, di latar depan jarak antar objek mobil tidak menjadi mampat (dekat) sebagai efek yang diakibatkan penggunaan lensa tele.

Meskipun akhirnya fotografer mampu membuktikan bahwa foto tersebut bukanlah hasil manipulasi *copy-move*, namun terbukti bahwa foto tersebut mengalami proses editing *shadow*,

*saturation, contrast, highlight* serta penghilangan beberapa bagian kabut menggunakan *tools* Adobe Lightroom yang menurut Arbain Rambey melewati batas kewajaran (cukup parah).

Penyelidikan terhadap perkara pemalsuan foto jika berkaitan dengan tindak kriminal, dilakukan secara profesional oleh pihak-pihak yang kompeten dan berwenang, dalam hal ini adalah *Digital Forensic Analyst Team (DFAT)* Pusat Laboratorium Forensik (PusLabFor) Kepolisian Republik Indonesia (Polri). Berangkat dari hal tersebut, hadir beberapa pertanyaan yang menjadi permasalahan penelitian ini, yaitu:

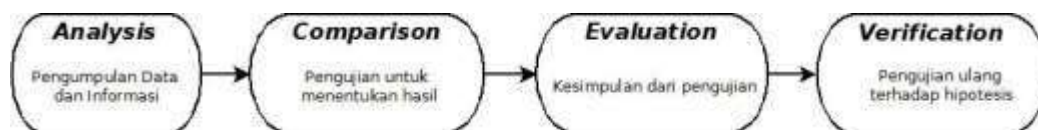
- a. Apakah penyelidikan terhadap otentisitas dan kredibilitas foto dapat dilakukan secara ilmiah oleh kalangan non-profesional dengan perangkat yang tersedia secara luas?
- b. Teknik pengujian apakah yang efektif digunakan dalam masing-masing jenis manipulasi foto?

## 2. Metode Penelitian

Dua sisi tak terpisahkan ada pada forensik digital, yaitu sisi yuridis dan sisi ilmiah. Maka, dari pada sisi ilmiah, upaya pencarian bukti-bukti digital dapat dilakukan oleh siapapun sepanjang memiliki dasar keilmiah dan metodologi yang dapat dipertanggungjawabkan.

Forensik digital merupakan aplikasi bidang ilmu pengetahuan dan teknologi komputer untuk membuktikan kejahatan berteknologi tinggi atau *computer crime* secara ilmiah hingga bisa mendapatkan bukti-bukti digital yang dapat digunakan untuk menjerat pelaku kejahatan. Seorang *digital forensic analyst/investigator* harus mengikuti prosedur-prosedur yang diakui secara hukum.

Penelitian ini mengadopsi metode ACE-V yang merupakan metode ilmiah di bidang identifikasi forensik dalam melakukan identifikasi terhadap dua sidik jari laten, apakah keduanya identik dan berasal dari sumber yang sama. Metode ACE-V merupakan singkatan dari tahap-tahap identifikasi forensik, yaitu: *Analysis, Comparison, Evaluation*, serta *Verification* (Stevenage & Pitfield, 2016) dan (Vanderkolk, 2011).

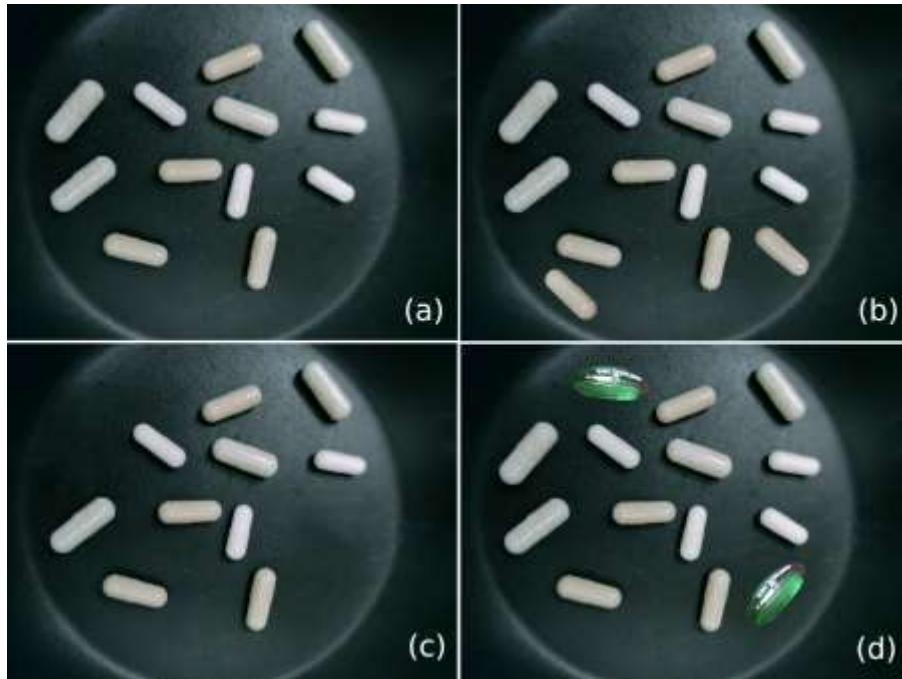


Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 3. Prosedur dalam Metode ACE-V

Pada tahap *Analysis*, dibuat *file* foto digital dengan kamera *smartphone*, Selanjutnya, berdasarkan *file* foto asli tersebut dibuat 3 variasi manipulasi foto yang diasumsikan sebagai

klasifikasi pemalsuan foto yang paling sering terjadi di dalam kasus foto *hoax*, yaitu: *splicing-duplicate*, *splicing-erase*, serta *copy-move*. Manipulasi dilakukan dengan aplikasi *GNU Image Manipulation Program* (GIMP), menggunakan seleksi *path*, *layer mask*, *paintbrush*, serta fitur *rotation*.



Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 4. Tiga Jenis Manipulasi Foto Digital

*Splicing-duplicate* merupakan jenis pemalsuan foto yang dilakukan dengan *cloning* terhadap objek atau pola yang berasal dari foto asal, seperti terlihat pada gambar (b). Sedangkan *splicing-erase* merupakan tindakan manipulasi parsial dengan cara menghilangkan objek-objek tertentu dalam foto, seperti yang terlihat pada gambar (c). *Copy-Move* yang diperlihatkan pada Gambar (d) merupakan penyalinan terhadap objek atau pola dari sumber foto lain dan ditambahkan ke foto asal.

Kategori forensik foto digital yang digunakan dalam penelitian ini diselaraskan dengan yang lebih sering ditemukan di lapangan, yaitu kategori *blind DIF*, di mana bukti digital berupa *file* foto asli tidak berada di tangan analis forensik digital, seperti yang dikemukakan oleh (Thakur et al., 2018).

Teknik pengujian otentisitas (keaslian) foto pada penelitian ini dipilih dengan kriteria dapat dilakukan terhadap elemen yang secara umum dimiliki oleh beragam format *file* foto. Untuk itu, dicari parameter yang dimiliki oleh beragam format *file* foto digital sebagai target pengujian, dalam hal ini adalah kanal warna (*Red*, *Green*, *Blue*) serta pola distribusi piksel (histogram). Berdasarkan hal tersebut, tiga teknik pengujian otentisitas dan kredibilitas foto dipilih, yaitu *JPEG Ghost*, kombinasi teknik *Histogram Equalization* dengan *Gamma Correction*,

serta *Error Level Analysis* (ELA). Masing-masing teknik pengujian digunakan untuk melaksanakan prosedur Verification pada metode ACE-V yaitu menguji kembali hipotesis yang didapatkan pada pengujian menggunakan teknik sebelumnya.

Secara singkat, *Error Level Analysis* bekerja dengan prosedur mencari piksel-piksel yang mengalami perubahan intensitas kecerlangannya (*luminance*) lebih sering dan dengan nilai cukup signifikan, dibandingkan dengan piksel-piksel lain di dalam *file* foto. Kontur-kontur yang memiliki nilai *lightness* tinggi (cenderung bernada putih atau terang) menandakan di bagian tersebut telah terjadi pengubahan nilai-nilai *chrominance* (aras warna) maupun *luminance* (aras kecerlangan) pada piksel sehingga meningkatkan nilai *error*-nya. Manipulasi yang mungkin terjadi adalah: pengubahan ketajaman (*sharpening*), pengubahan sebaran *tone* (*Levels & Curves*), pengubahan saturasi warna (*Hue & Saturation*), *burning* dan *dodging*, *cloning*, maupun penempelan (*paste*) objek dari foto lain.

Efek *rainbowing* juga dapat terjadi pada hasil analisis ELA sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk menganalisis keselarasan (*congruence*) antara arah cahaya dan bayangan dalam foto.

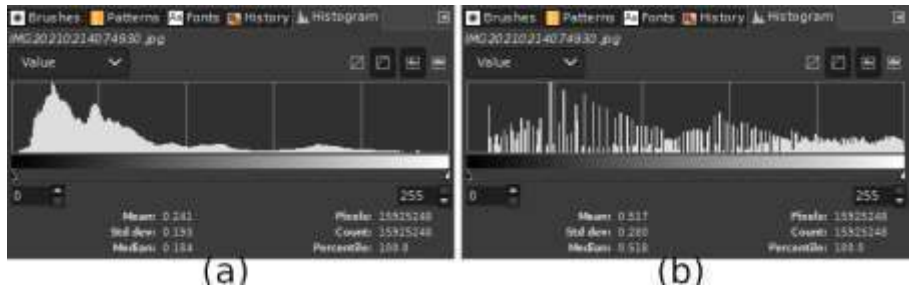
Efek *rainbowing* adalah tampilnya warna-warna biru, ungu, merah, hijau pada piksel. Efek ini terjadi akibat pemisahan antara kanal *Chrominance* (Cb pada kanal warna *Blue* dan Cr pada kanal warna *Red*) serta kanal *Luminescence* (Y) oleh *decoder* atau *mapper*. Untuk menampilkan foto, beberapa *codec* foto mengubah *color space* atau yang lebih populer dikenal sebagai *mode warna* YCbCr menjadi RGB.



Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 5. Konversi Color Space dari RGB ke YcbCr atau Lab Colors

Sementara itu, teknik equalisasi histogram dan koreksi gamma (*midtone*) bertujuan untuk menemukan detail-detail tersembunyi seperti kontur (*edge*) pada objek yang diakibatkan oleh proses-proses manipulasi.



Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 6. Perbandingan Histogram Sebelum dan Sesudah Ekualisasi

Penelitian ini tidak menyertakan teknik analisis metadata EXIF (*Exchangeable Image File Format*) seperti yang dipaparkan dalam penelitian oleh (Huh et al., 2018) karena beberapa *marker* (penanda) serta *tag* pada bagian *header file* foto berformat JPEG atau RAW tersebut dapat dimanipulasi, misalnya: *Make*, *Model*, dan *DateTime*.

```

*** Marker: APP1 (xFFE1) ***
OFFSET: 0x00000014
Length          = 916
Identifier      = [Exif]
Identifier TIFF = 0x[49492A00 08000000]
Endian         = Intel (little)
TAG Mark x002A = 0x002A

EXIF IFD0 @ Absolute 0x00000026
Dir Length = 0x000C
[Make          ] = "realme"
[Model        ] = "realme 3 Pro"
[Orientation  ] = 1 = Row 0: top, Col 0: left
[XResolution  ] = 72/1
[YResolution  ] = 72/1
[ResolutionUnit] = Inch
[DateTime     ] = "2021:02:14 07:49:30"
[YCbCrPositioning] = Centered
[ExifOffset   ] = @ 0x00D8
[GPSOffset    ] = @ 0x02F0
Offset to Next IFD = 0x00000000
    
```

Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 7. Marker APP1 dan Tag pada Metadata EXIF

Format *file* foto JPEG dan RAW dikenal secara *de facto* sebagai standar perekaman dan penyimpanan *file* foto serta standar *file* foto di web yang paling banyak digunakan dibandingkan format PNG (*Portable Network Graphic*) dan WebP.

```

*** Searching Compression Signatures ***

Signature:          01DC499064BA9264D591FDE9071DFD89
Signature (Rotated): 0175BAF3251040E0EFB2930B73328E7F
File Offset:       0 bytes
Chroma subsampling: 2x2
EXIF Make/Model:  NONE
EXIF Makernotes:  NONE
EXIF Software:    NONE

Searching Compression Signatures: (3347 built-in, 0 user(*) )
    
```

Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 8. Tag Compression Signature pada Metadata EXIF



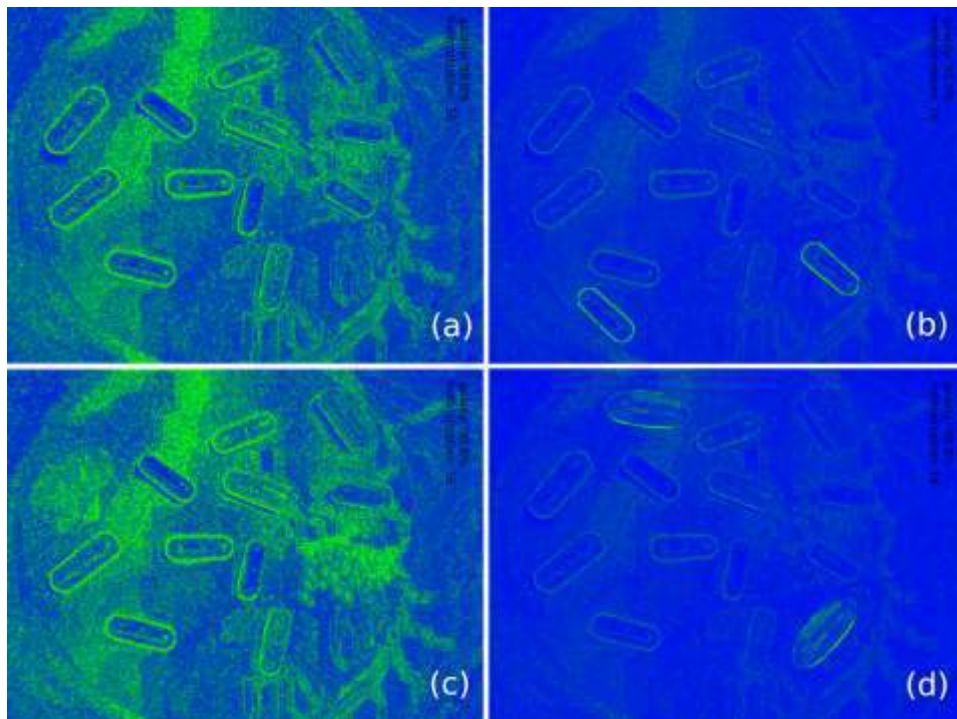
Beberapa *tag* pada metadata EXIF *file* foto yang sulit untuk dimanipulasi adalah *compression signature* DCT (*Discrete Cosine Transform*). Masing-masing merk, model kamera digital atau *smartphone* maupun *software* pengolah foto memiliki skema DCT yang berbeda dan unik untuk melakukan kompresi foto (*encoding*). Selain itu, skema DHT (*Define Huffman Table*) untuk melakukan *decoding* (menampilkan foto) juga bersifat unik.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Temuan dan pemaparan pada penelitian ini dikelompokkan menurut teknik pengujian otentisitas dan kredibilitas foto. Temuan pada salah satu teknik pengujian akan dibandingkan dengan temuan pada teknik pengujian yang lain, dan akan dicermati apakah terdapat relevansi antar teknik.

#### 3.1. Pengujian dengan Teknik JPEG Ghost

Pada mulanya, teknik *JPEG Ghost* bekerja berdasarkan perbedaan resolusi atau kerapatan antarpiksel pada bagian-bagian foto yang mengalami penimpaan dengan objek baru dari sumber lain, sehingga efektif digunakan untuk mendeteksi manipulasi foto jenis *copy-move*.



Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 9. Hasil Pengujian dengan Teknik JPEG-Ghost

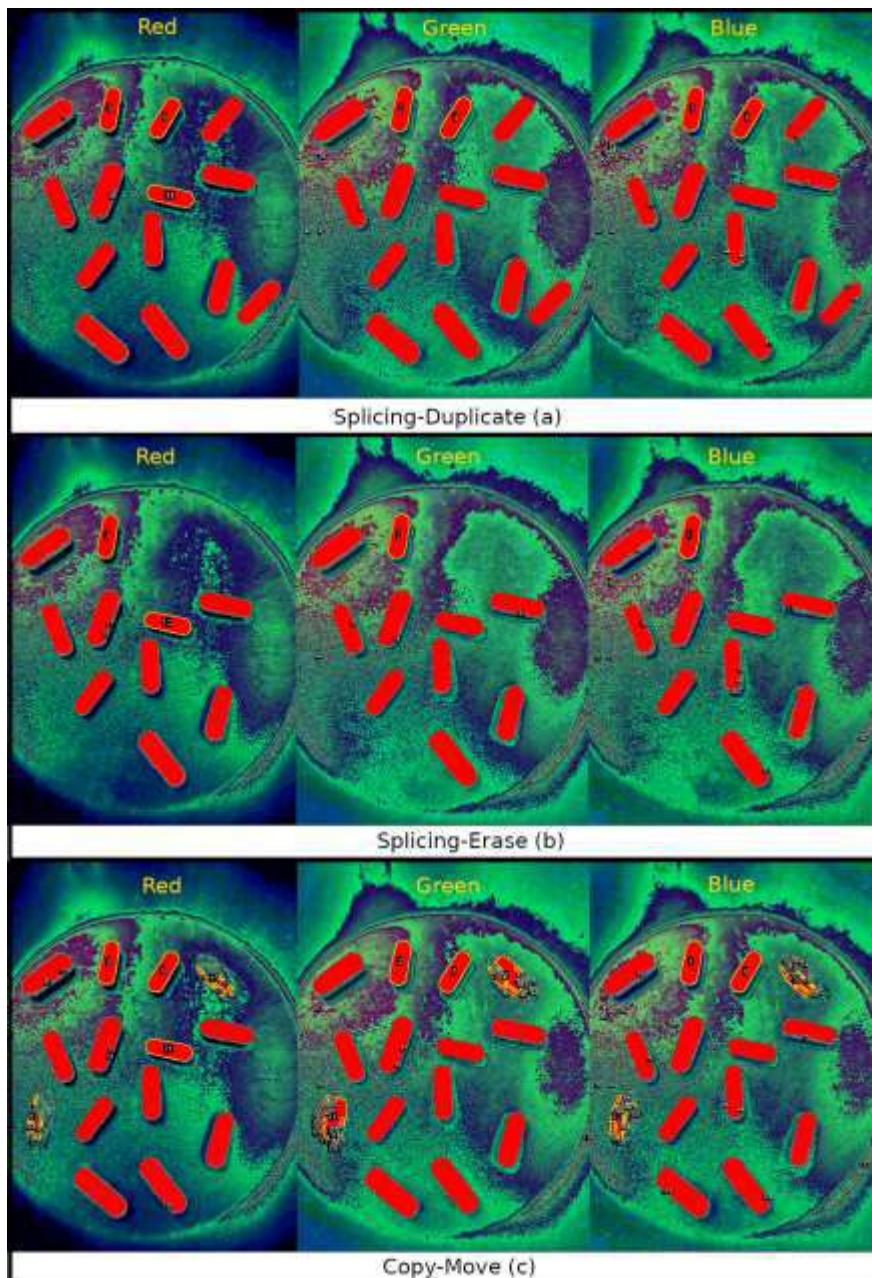
Gambar 9d menunjukkan keberhasilan kemampuan deteksi standar terhadap manipulasi *copy-move*, yaitu 2 objek kapsul berbentuk oval-ellips yang menampilkan fitur khas deteksi berupa garis pinggir berwarna hijau terang menyolok.

Di luar dugaan, hasil pengujian di dalam penelitian ini menunjukkan bahwa teknik *JPEG Ghost* selain memiliki kemampuan deteksi standar (*copy-move*), juga efektif dalam mendeteksi manipulasi jenis *splicing-duplicate* maupun *splicing-erase*. Gambar 9b menunjukkan kemampuan deteksi terhadap dua objek kapsul berbentuk silindris yang dibuat dengan menyalin dan menempel dari objek kapsul lain dalam foto itu sendiri (bukan dari sumber foto lain). Fitur deteksi masih sama, yaitu garis pinggir objek yang berwarna hijau terang dan menyolok.

Fitur deteksi berupa bercak-bercak blok berwarna hijau terang menyolok ditampilkan pada bagian foto yang mengalami *cloning* untuk menghapus objek-objek tertentu (*splicing-erase*). Hal ini menjadi jelas ketika dilakukan perbandingan antara gambar 9a yang merupakan foto asli dengan gambar 9c yang merupakan hasil manipulasi *splicing-erase*.

### **3.2. Pengujian dengan Teknik Ekualisasi Histogram dan Koreksi Gamma**

Secara teori, teknik ini bekerja berdasarkan temuan fitur *edge* (garis-garis kontur di tepi objek dalam foto) yang semula tersembunyi dan dapat ditampilkan secara jelas menggunakan prosedur ekualisasi histogram dan koreksi gamma (*midtone*). Prosedur-prosedur ini banyak ditemui pada perangkat lunak deteksi wajah, deteksi simbol huruf dan angka, deteksi morfologi (bentuk badan) hewan atau tumbuhan, dan lainnya. Prosedur penambahan berbagai *color map* pada foto ditambahkan untuk membantu pemunculan fitur *edge* atau kontur objek. Ringkasnya, teknik ini bekerja berdasarkan deteksi bentuk objek.



Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 10. Hasil Pengujian dengan Teknik Histogram Equalization-Gamma Correction

Hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa teknik ini menjadi kurang efektif jika dalam foto, objek yang diduplikasi bentuknya sama. Hal ini ditunjukkan pada gambar 10a yang mewakili jenis manipulasi *splicing-duplicate*. Objek-objek kapsul yang semuanya berbentuk sama (silindris), baik objek asli maupun objek hasil duplikasi, menyebabkan kesalahan dalam deteksi objek hasil duplikasi. Di kanal warna Red, fitur khas deteksi berupa garis tepi berwarna kuning terang menyolok justru mengenai tiga objek asli. Sedangkan dua objek hasil duplikasi justru tidak terkena fitur deteksi di semua kanal warna.

Kegagalan deteksi juga ditemukan pada jenis manipulasi *splicing-erase* di gambar 10b. Wilayah objek asli yang dihilangkan dengan *cloning* tidak dikenai fitur deteksi (garis tepi berwarna kuning terang).

Deteksi berhasil dilaksanakan pada objek baru (hasil penempelan dari sumber foto lain) yang bentuknya berbeda dengan objek-objek asli, seperti ditunjukkan pada gambar 10c sebagai perwakilan jenis manipulasi *copy-move*. Objek-objek kapsul berbentuk oval-ellips terkena fitur deteksi pada semua kanal warna (*Red*, *Green*, serta *Blue*), namun yang paling signifikan berada pada kanal warna *Green*.

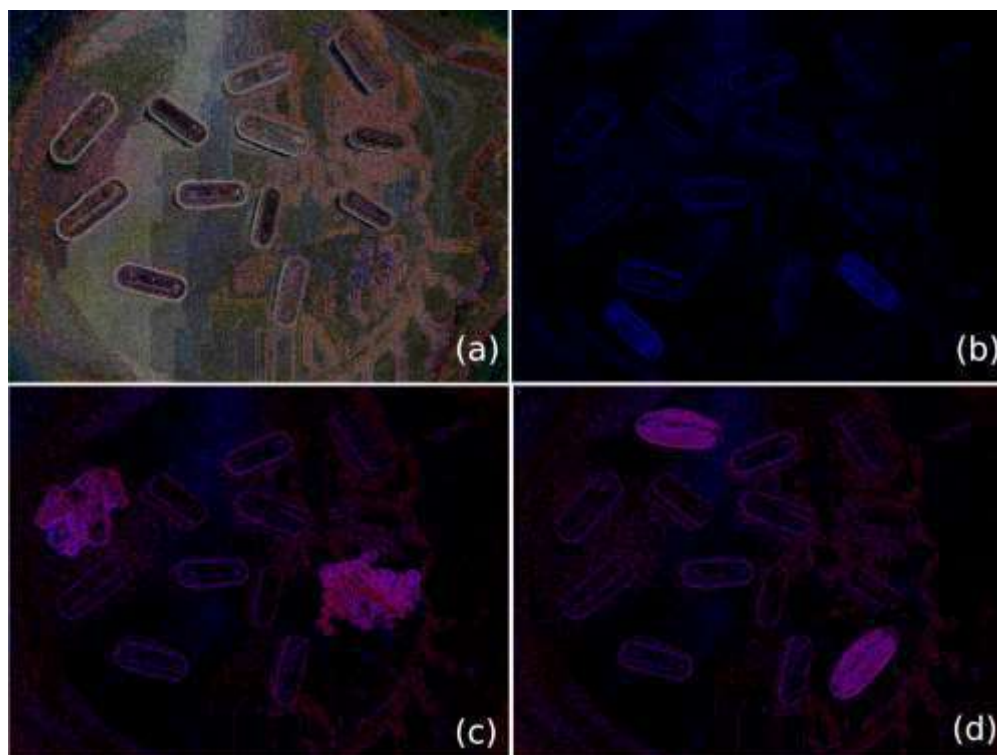
### 3.2. Pengujian dengan Teknik Teknik Error Level Analysis (ELA)

Teknik deteksi ELA bekerja berdasarkan pencatatan frekuensi perubahan nilai kecerlangan (*luminance*) pada piksel. Semakin sering suatu piksel mengalami perubahan nilai kecerlangan dibandingkan dengan piksel-piksel di sekitarnya (*adjacent*), maka semakin tinggi nilai galat (*error*)-nya.

Fenomena *pixel error* dapat dianalogikan dengan nilai toleransi kepekaan atau sensitifitas butiran perak halida film seluloid terhadap cahaya pada era fotografi analog. Tingkat sensitifitas atau dikenal dengan istilah “kecepatan film” diukur dengan satuan ASA (*American Standards Association*) atau ISO (*International Organization for Standardization*). Jika waktu penyinaran terhadap butiran perak halida melebihi ASA./ISO film, maka terjadilah efek resiprositas.

Pada era fotografi digital, masing-masing kanal warna (*Red*, *Green*, dan *Blue*) mencatat nilai kecerlangan piksel yang mewakili daya tembus elemen spektrum cahaya terhadap lapisan-lapisan film era fotografi analog. Daya tembus elemen spektrum cahaya tersebut sebanding dengan panjang frekuensi dan panjang gelombang cahayanya.

Secara teknis, kanal warna *Red* merekam informasi kontras. Kanal warna *Green* merekam informasi detail. Sedangkan kanal warna *Blue* merekam informasi *noise* dan artifak. Semakin sering suatu piksel mengalami perubahan nilai kecerlangan, akan menampilkan galat (*error*) yang diwakili oleh warna kemerahan atau kebiruan. Fenomena ini dikenal dengan istilah efek *rainbowing*.



Sumber: Hasil Penelitian (2021)

Gambar 11. Hasil Pengujian dengan Teknik Error Level Analysis (ELA)

Hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga jenis manipulasi foto berhasil dideteksi. Secara khusus, penelitian ini menemukan bahwa jenis manipulasi foto menentukan fitur deteksi yang ditampilkan pada teknik ELA. Pada gambar 11b terlihat jenis objek hasil duplikasi dari objek lain dalam foto asli (manipulasi *splicing-duplicate*) terkena fitur deteksi berupa garis tepi (kontur) berwarna biru terang. Sedangkan fitur deteksi berupa blok warna kemerahan menyasar objek-objek hasil manipulasi jenis *splicing-erase* pada gambar 11c dan manipulasi jenis *copy-move* pada gambar 11d.

#### 4. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini memberikan pemahaman baru bahwa masing-masing jenis manipulasi foto memerlukan pemilihan teknik pengujian atau deteksi, demi akurasi dan efektifitas dalam hasil pengujian otentisitas dan kredibilitas foto digital.

Namun, untuk meningkatkan validitas hasil pengujian, beberapa teknik pengujian dapat dikombinasikan untuk melakukan verifikasi (sebagai salah satu tahap tambahan dalam metode ACE-V) terhadap hipotesis yang didapat pada teknik pengujian yang lain.

## Daftar Pustaka

- APJII. (2020). *Bulletin APJII*. Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. <https://apjii.or.id/downfile/file/BULETINAPJIIEDISI74November2020.pdf>
- Bevilaqua, M. (2020). Guide to image editing and production of figures for scientific publications with an emphasis on taxonomy. *Zoosystematics and Evolution*, 96 (1).
- Cromeey, D. W. (2010). Avoiding Twisted Pixels: Ethical Guidelines for the Appropriate Use and Manipulation of Scientific Digital Images. *Sci Eng Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s11948-010-9201-y>
- Huh, M., Liu, A., Owens, A., & A. Efros, A. (2018, September 8). *Fighting Fake News: Image Splice Detection via Learned Self-Consistency*. European Conference on Computer Vision (ECCV). <https://eccv2018.org>
- mastel.id. (2019). *Hasil Survey Wabah Hoax Nasional 2019*. Masyarakat Telematika Indonesia (MasTel.id). <https://mastel.id/wp-content/uploads/2019/04/Survey-Hoax-Mastel-2019-10-April-2019.pdf>
- Singh, A., & Malik, J. (2015). A Comprehensive Study of Passive Digital Image Forensics Techniques based on Intrinsic Fingerprints. *International Journal of Computer Applications*, 116(19), 16.
- Stevenage, S. V., & Pitfield, C. (2016). Data from a fingerprint matching task with experts, trained students and untrained novices. *Elsevier*.
- Swaminathan, A., Wu, M., & Liu, K. J. R. (2007). Nonintrusive Component Forensics of Visual Sensors Using Output Images. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 91–106.
- Thakur, T., Singh, K., & Yadav, A. (2018). Blind Approach for Digital Image Forgery Detection. *International Journal of Computer Applications*, 179(10), 34–42.
- Vanderkolk, J. R. (2011). *Fingerprint Sourcebook*. National Institute of Justice. <https://nij.ojp.gov/library/publications/fingerprint-sourcebook>.