

# Analisis Statistik dan Implementasi Image Masking Berdasarkan Hasil Error Level Analysis Pada Gambar Digital

## *Statistical Analysis and Image Masking Implementation Based on the Results of Error Level Analysis on Digital Images*

Muhammad Fauzi Rahman<sup>1</sup>, Rizky Rachman Judhie Putra<sup>2</sup>, Yaya Wihardi<sup>3</sup>

*Program Studi Ilmu Komputer Departemen Pendidikan Ilmu Komputer Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia*

*Bandung, Indonesia*

<sup>1</sup>mfr.fauzirahman@student.upi.edu, <sup>2</sup>rizky\_rjp@upi.edu,

<sup>3</sup>yayawihardi@upi.edu

**Abstrak**— Manipulasi gambar digital menjadi sebuah hal yang biasa dilakukan demi memperoleh hasil yang sesuai keinginan, baik untuk tujuan pribadi maupun tujuan lain. Error Level Analysis (ELA) adalah salah satu metode dari bidang ilmu digital forensik yang dapat digunakan untuk mendeteksi jejak manipulasi gambar digital secara visual. Penelitian ini membahas perubahan statistik yang disebabkan oleh beberapa jenis manipulasi gambar digital berdasarkan hasil ELA yang diperoleh. Statistik yang dianalisis meliputi nilai minimum, maksimum, dan rata-rata pada komponen warna merah, hijau, biru, dan magnitudo. Eksperimen menghasilkan statistik yang sangat beragam dan tidak dapat digunakan untuk menilai keaslian gambar digital. Salah satu nilai dari hasil statistik, yaitu nilai rata-rata magnitudo, dapat digunakan sebagai dasar untuk mengimplementasikan image masking. Berdasarkan 8 skenario yang telah dilakukan, hanya 2 skenario yang memberikan hasil masking yang cukup membantu dalam mengidentifikasi daerah yang dapat dicurigai sebagai hasil manipulasi.

**Kata Kunci:** *Error Level Analysis, analisis, statistik, digital forensik, image masking.*

**Abstract**— Manipulation of digital images is something that is commonly done in order to obtain the desired results, both for personal and other purposes. Error Level Analysis (ELA) is a method from the field of digital forensics that can be used to visually detect traces of digital image manipulation. This research discuss the statistical changes caused by several types of digital image manipulation based on the ELA results obtained. The statistics analyzed includes the minimum, maximum, and average values for the red, green, blue, and magnitude components. The experiment produced varying statistics that cannot be used to judge the authenticity of digital images. One of the values of the statistical results, namely the average magnitude value, can be used as a basis for implementing image masking. Based on the 8 scenarios that have been carried out, only 2 scenarios provide masking results which are quite helpful in

identifying areas that can be suspected of being the result of manipulation.

**Keywords:** *Error Level Analysis, analisis, statistics, digital forensics, image masking.*

### I. PENDAHULUAN

Penyebaran informasi di era digital seperti sekarang ini sudah menjadi sebuah hal yang menjadi unsur pembentuk kehidupan dan kebiasaan manusia. Penyebaran informasi terjadi tanpa batasan ruang dan waktu, dan mampu melalui berbagai media baik secara digital (gambar, suara, tulisan) maupun fisik (gambar dan tulisan).

Penggunaan gambar digital sebagai media penyebaran informasi saat ini sudah menjadi sesuatu yang tak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Hal ini menciptakan hal baru, yaitu manipulasi gambar. Manipulasi gambar dapat dilakukan untuk memenuhi keinginan yang tidak terbatas pada keinginan pribadi. Sama seperti perkembangan teknologi lainnya, manipulasi gambar menimbulkan dampak positif dan negatif. Dibalik dampak positif yang di antaranya untuk memuaskan keinginan dan meningkatkan unsur estetika suatu gambar digital, hal tersebut juga dapat diikuti dengan munculnya makna gambar yang tidak akurat, atau bahkan tidak benar sama sekali yang sering disebut sebagai *hoax*.

Berdasarkan [1], penyebaran *hoax* melalui gambar digital mencapai 37,50% dan responden yang menerima *hoax* setiap hari sebesar 44,30%. Adapun media penyebarannya didominasi oleh media sosial (92,40%), dan aplikasi *chatting* (62,80%). Topik yang digunakan untuk menyebarkan *hoax* sangat didominasi oleh sosial politik (91,80%) dan Suku, Agama, Ras, dan Antar golongan atau SARA (88,60%). Hal ini membuktikan bahwa gambar menjadi salah satu media yang sering digunakan dalam menyebarkan *hoax* demi kepentingan tertentu.

Berkembangnya berbagai aplikasi pengolah gambar yang murah dan mudah untuk digunakan, serta sumber gambar digital yang begitu luas dan mudah diperoleh, menjadikan semua orang dapat memanipulasi gambar dengan hasil akhir yang dapat menipu mata dengan mudah. Mulai dari manipulasi untuk meningkatkan kualitas gambar, hingga manipulasi untuk mengubah persepsi atau makna dari suatu gambar. Penyalahgunaan manipulasi gambar diikuti dengan berkembangnya media digital dan komputer yang memberikan kesempatan dan menciptakan tantangan bagi para kriminal maupun penegak hukum [2]. Saat ini, hampir setiap tindak kejahatan memiliki hubungan terhadap lingkungan digital. Hal ini mendorong penggunaan barang bukti yang berbentuk digital untuk menyelesaikan suatu perkara dan berkembangnya cabang ilmu dari digital forensik, yang salah satunya adalah forensik gambar digital [3].

*Error Level Analysis* (ELA) adalah salah satu dari beberapa metode yang digunakan dan berkembang di bidang forensik gambar digital, dan merupakan yang paling umum dan populer digunakan untuk saat ini. ELA yang dibahas di dalam [4] adalah salah satu metode yang digunakan di dalam bidang ilmu digital forensik untuk mendeteksi jejak manipulasi gambar secara visual. Metode ini menggunakan *error* atau selisih yang diperoleh antara gambar yang akan dianalisis dengan gambar perbandingan yang disimpan ulang dengan tingkat kualitas tertentu untuk membuat gambar berdasarkan hasil ELA, yang secara umum menggunakan tingkat 95%.

Penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi pengaruh manipulasi gambar berformat *Joint Photographic Experts Group* (JPEG) terhadap statistik hasil ELA dan apakah statistik tersebut dapat dijadikan acuan dalam menilai tingkat keaslian gambar. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan aplikasi penelitian [5], yang kemudian mencoba menggunakan hasil statistik yang diperoleh dari gambar hasil ELA untuk menandai secara fisik daerah yang dapat dicurigai sebagai hasil manipulasi.

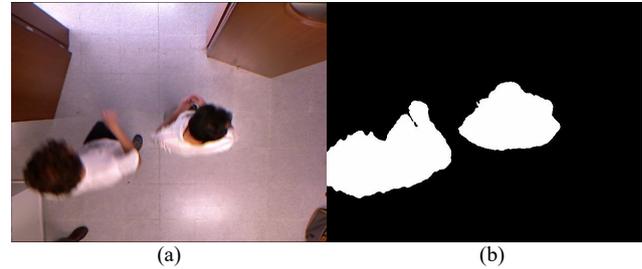
## II. PENELITIAN TERKAIT

Pembahasan mengenai *ELA* terdapat di dalam [4] yang juga membahas metode lain untuk menganalisis gambar digital, yaitu *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Wavelet transformations*. Turut dibahas di dalam [4] tentang kontribusi metadata pada gambar digital dalam mendukung hasil analisis dan menyediakan informasi yang tidak dapat diperoleh secara konvensional beserta batasan yang dimiliki metadata, yaitu rentan rusak dan diubah.

Sementara [6] mengevaluasi *ELA* terhadap beberapa metode manipulasi gambar, yang di antaranya meliputi operasi penyalinan objek secara lokal (*copy-move*), penempelan objek dari luar (*image splicing*) dan perubahan resolusi gambar. Evaluasi dilakukan berdasarkan analisis terhadap bentuk visual dari *ELA* atau gambar hasil *ELA*. Hasil analisis pada penelitian tersebut menyebutkan bahwa operasi perubahan resolusi dapat mengurangi nilai dan detail hasil *ELA* secara signifikan.

Untuk penggunaan *image masking*, penelitian [7] mengimplementasikan dan memberikan contoh hasil

*masking* yang secara visual tampak kontras dengan menggunakan dua konfigurasi warna, yaitu hitam dan putih. Hasil yang diperoleh digunakan untuk mendeteksi objek berdasarkan citra yang diperoleh dari kamera digital, contohnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Implementasi *Image Masking*: (a) Gambar asli dan (b) hasil *masking*

## III. METODE PENELITIAN

### A. *Error Level Analysis*

Implementasi *ELA* menggunakan basis 3 komponen warna standar, yaitu merah, hijau, dan biru (RGB). Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah tingkat kualitas gambar perbandingan di tingkat 95% dan skala *error* di angka 20. Nilai setiap komponen warna (**R**, **G**, **B**) pada piksel di koordinat *x* dan *y* gambar yang dianalisis (**Input**) akan dihitung dengan komponen warna dan piksel di koordinat yang sama pada gambar hasil rekonstruksi (**Comp**) yang selanjutnya dikalikan dengan skala (**S**) untuk memperoleh nilai komponen dari piksel yang sama pada hasil *ELA* (**ELA**). Secara matematis, proses ini dapat dituliskan dengan (1).

$$\begin{aligned} ELA_{x,y} R &= (S(|Input_{x,y} R - Comp_{x,y} R|)) \% 256 \\ ELA_{x,y} G &= (S(|Input_{x,y} G - Comp_{x,y} G|)) \% 256 \\ ELA_{x,y} B &= (S(|Input_{x,y} B - Comp_{x,y} B|)) \% 256 \end{aligned} \quad (1)$$

Penggunaan skala menciptakan nilai komponen warna yang tidak berbanding lurus ketika selesai diproses. Operasi modulo 256 diperlukan karena terbatasnya jangkauan nilai yang dimiliki oleh gambar berformat JPEG yaitu sebesar 8-bit, yang bernilai maksimum 255.

### B. *Statistik Magnitudo dan Rata-rata Magnitudo*

Magnitudo diperoleh berdasarkan perhitungan matematis terhadap ketiga komponen warna pada suatu piksel gambar digital yang dapat dilihat pada (2).

$$M = R + G + B \quad (2)$$

Selanjutnya nilai rata-rata magnitudo dari hasil *ELA* akan dihitung berdasarkan panjang (**m**) dan lebar (**n**) menggunakan formula (3).

$$\bar{M} = \frac{1}{mn} \sum_{x=0}^m \sum_{y=0}^n M_{x,y} = \frac{1}{mn} (M_{0,0} + \dots + M_{x,y}) \quad (3)$$

### C. *Image Masking*

Metode ini adalah metode percobaan yang menggunakan nilai rata-rata magnitudo untuk menandai daerah pada gambar yang dianalisis. Hal ini dikarenakan

tidak mungkin untuk menggunakan nilai minimum, maksimum, maupun nilai tengah magnitudo untuk menandai daerah yang dicurigai. Metode ini menggunakan nilai rata-rata magnitudo yang dibulatkan ke bawah sebagai nilai pembatas ( $T$ ) yang dapat dituliskan dengan (4).

$$T = \lfloor \bar{M} \rfloor$$

Nilai pembatas ini selanjutnya dijadikan acuan apakah piksel pada koordinat  $x$  dan  $y$  pada gambar yang dianalisis akan diganti dengan piksel penanda atau tidak. Jika magnitudo piksel tersebut melebihi nilai pembatas, maka akan diganti dengan piksel dengan konfigurasi warna tertentu. Namun jika tidak, maka tidak ada perubahan yang terjadi pada piksel di koordinat tersebut. Dalam penelitian ini, konfigurasi warna yang digunakan adalah warna *cyan* (0, 255, 255). Secara matematis, proses ini dapat dituliskan dengan (5).

$$Input_{x,y}(R, G, B) = \begin{cases} Mask(R, G, B) & \text{if } ELA_{x,y} M > T \\ Input_{x,y}(R, G, B) & \text{otherwise} \end{cases}$$

#### D. Data Penelitian

Gambar digital yang digunakan di dalam penelitian ini adalah gambar digital berformat *Tagged Image File Format* (TIFF/TIF) yang berasal dari [8]. Gambar 2 sebagai gambar utama untuk dianalisis dan dimanipulasi dengan nama asli "r04a210b3t.TIF" yang memiliki resolusi 4288 x 2848, dan Gambar 3 dengan nama asli "r03c8ddef.t.TIF" sebagai material untuk proses penempelan.



Gambar 2. Gambar Utama



Gambar 3. Gambar Material

## IV. EKSPERIMEN

### A. Desain Eksperimen

Eksperimen dilakukan menggunakan aplikasi dari penelitian [5] yang telah dikembangkan dan mampu mengakomodasi perhitungan hasil ELA, perhitungan statistik, dan *image masking* sesuai dengan penjelasan pada

subbab sebelumnya. Sedangkan eksperimen pada penelitian ini terdiri dari 8 skenario yang merupakan pengembangan dari skenario eksperimen dari penelitian [6] dan versi ringkas dari penelitian [5], yaitu:

- 1) *Gambar asli berformat TIF*  
Analisis menggunakan gambar asli berformat TIF yang berasal dari RAISE *dataset* sebagai masukan untuk dianalisis.
- 2) *Penyimpanan langsung gambar asli*  
Gambar asli disimpan secara langsung ke dalam format JPEG dengan tingkat kualitas 60% yang kemudian dijadikan gambar masukan untuk dianalisis.
- 3) *Pengecilan resolusi gambar asli*  
Analisis menggunakan gambar asli dengan kualitas 60% yang telah diperkecil resolusinya menjadi 50% dari rasio resolusi asli sebagai gambar masukan.
- 4) *Pembesaran resolusi gambar asli*  
Analisis menggunakan gambar asli dengan kualitas 60% yang telah diperbesar resolusinya menjadi 200% dari rasio resolusi asli sebagai gambar masukan.
- 5) *Manipulasi penempelan objek*  
Gambar asli dengan kualitas 60% dimanipulasi dengan cara ditempelkan empat buah objek dari gambar material berdasarkan dua sub-kasus, yaitu material dengan tingkat kualitas 30% dan 100% yang kemudian gambar komposit hasil manipulasi digunakan sebagai gambar masukan skenario.
- 6) *Penyalinan objek lokal (copy-move)*  
Objek dari dalam gambar asli disalin dan ditempel ke dalam gambar itu sendiri dan digunakan sebagai masukan untuk dianalisis.
- 7) *Peningkatan fitur gambar (image retouching)*  
Gambar asli dengan tingkat kualitas 60% ditingkatkan fitur dan kualitas gambarnya menggunakan *auto-tone*, *auto-contrast*, dan *auto-color* dari aplikasi *Adobe Photoshop CS6* yang kemudian dijadikan gambar masukan skenario.
- 8) *Penghilangan objek*  
Beberapa objek di dalam gambar asli dengan tingkat kualitas 60% dihilangkan menggunakan aplikasi *Adobe Photoshop CS6*. Sub-kasus terdiri dari penggunaan *spot healing brush tool* dan *patch tool*. Gambar komposit hasil manipulasi kemudian dijadikan gambar masukan skenario untuk dianalisis.

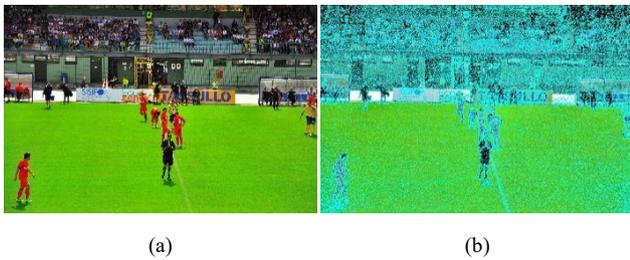
### B. Hasil Eksperimen

- 1) *Gambar asli berformat TIF*: Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil statistik ELA yang dihasilkan dari gambar asli berformat TIF memiliki nilai maksimum pada setiap komponen dan magnitudo yang hampir maksimum. Adapun komponen warna didominasi oleh warna merah yang memiliki rata-rata terbesar, dan magnitudo memiliki nilai rata-rata yang tinggi yaitu 101,236336.

TABEL I.  
HASIL STATISTIK ELA GAMBAR ASLI

Komponen									Magnitudo		
Merah			Hijau			Biru					
Min	Max	$\bar{R}$	Min	Max	$\bar{G}$	Min	Max	$\bar{B}$	Min	Max	$\bar{M}$
0	255	44	0	255	27	0	255	28	0	749	101,236336

Gambar asli (Gambar 4a) yang digunakan pada skenario ini disandingkan dengan gambar hasil *masking* (Gambar 4b) yang mana terlihat hasil *masking* yang lebih dominan di daerah luar lapangan. Hal ini menandakan bahwa nilai magnitudo pada daerah lapangan didominasi oleh magnitudo yang tidak melebihi nilai rata-rata magnitudo pada hasil ELA.



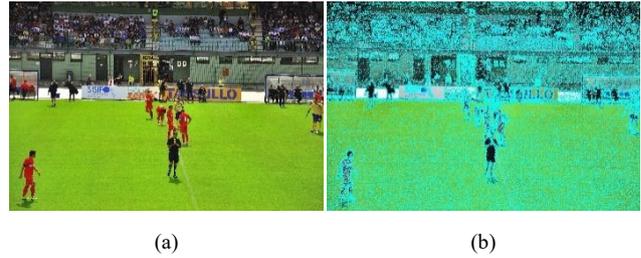
Gambar 4. (a) Gambar asli dan (b) hasil *masking*

2) *Penyimpanan langsung gambar asli*: Dari Tabel 2, diperoleh hasil statistik yang cukup berbeda jika dibandingkan dengan hasil statistik pada tabel 1. Semua nilai maksimum mengalami penurunan. Penurunan yang paling drastis terlihat pada nilai rata-rata komponen warna merah, hijau, dan magnitudo. Hal ini membuktikan bahwa proses konversi ke dalam format JPEG menurunkan nilai-nilai komponen pembentuk gambar tersebut.

TABEL II.  
TABEL III. HASIL STATISTIK ELA PENYIMPANAN LANGSUNG

Komponen									Magnitudo		
Merah			Hijau			Biru					
Min	Max	$\bar{R}$	Min	Max	$\bar{G}$	Min	Max	$\bar{B}$	Min	Max	$\bar{M}$
0	253	15	0	252	12	0	255	23	0	715	51,76322

Gambar hasil konversi ke dalam format JPEG menunjukkan adanya penurunan intensitas warna pada gambar 5a jika dibandingkan dengan gambar asli yang berformat TIF. Selain itu, hasil *masking* pada gambar 4b terlihat relatif lebih merata jika dibandingkan dengan gambar 3b.



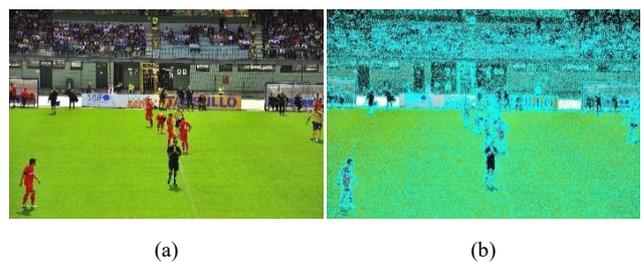
Gambar 5. (a) Gambar asli JPEG dan (b) hasil *masking*

3) *Pengecilan resolusi*: Berdasarkan Tabel 3, proses pengecilan memberikan dampak yang beragam terhadap statistik yang dihasilkan. Nilai maksimum komponen warna merah, hijau, dan magnitudo mengalami penurunan, begitu juga dengan nilai rata-rata biru. Namun, nilai rata-rata komponen warna merah, hijau, dan magnitudo justru meningkat walau tidak signifikan. Tidak terlihat ada perbedaan yang signifikan terhadap statistik hasil pengecilan jika dibandingkan dengan statistik ELA pada gambar asli JPEG (tabel 2).

TABEL IV.  
HASIL STATISTIK ELA PENGECILAN RESOLUSI GAMBAR ASLI

Komponen									Magnitudo		
Merah			Hijau			Biru					
Min	Max	$\bar{R}$	Min	Max	$\bar{G}$	Min	Max	$\bar{B}$	Min	Max	$\bar{M}$
0	228	17	0	226	16	0	255	21	0	700	54,926105

Secara visual, tidak ada perubahan yang terlihat pada gambar hasil pengecilan (gambar 6a) jika dibandingkan dengan gambar resolusi asli (gambar 5a). Adapun hasil *masking* (gambar 6b) tidak memiliki perbedaan yang berarti, hanya terlihat memiliki penandaan yang lebih halus dan merata jika dibandingkan dengan gambar hasil *masking* pada resolusi asli (gambar 5b).



Gambar 6. (a) Gambar hasil pengecilan dan (b) hasil *masking*

4) *Pembesaran resolusi*: Dari tabel 4, statistik yang diperoleh jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil statistik pada skenario-skenario sebelumnya. Nilai maksimum komponen dan magnitudo berkurang secara drastis, diikuti dengan nilai rata-rata komponen warna yang hanya berkisar antara 3 – 5, dan nilai rata-rata magnitudo di angka 12,571226. Hasil statistik ini jauh lebih rendah jika dibandingkan resolusi asli (tabel 2) maupun hasil pengecilan (tabel 3). Hal ini membuktikan

bahwa proses pembesaran lebih signifikan dalam mempengaruhi hasil ELA ketimbang proses pengecilan.

TABEL V. HASIL STATISTIK ELA PEMBESARAN RESOLUSI

Komponen									Magnitudo		
Merah			Hijau			Biru					
Min	Max	$\bar{R}$	Min	Max	$\bar{G}$	Min	Max	$\bar{B}$	Min	Max	$\bar{M}$
0	198	3	0	163	3	0	201	5	0	445	12,571226

Pada gambar hasil pembesaran (gambar 7a) tidak terlihat perubahan secara visual jika dibandingkan dengan gambar asli JPEG (gambar 5a). Adapun pada hasil *masking* (gambar 7b) terlihat penandaan yang tidak seintens hasil *masking* sebelum diperbesar (gambar 5b) maupun setelah diperkecil (gambar 5b).



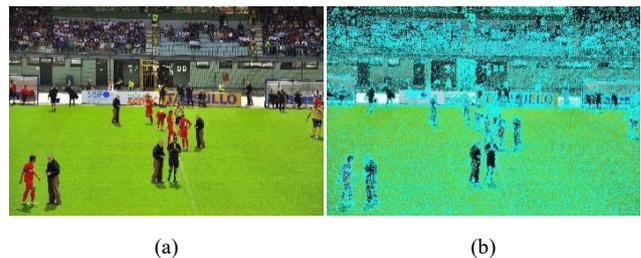
Gambar 7. (a) Gambar hasil pembesaran dan (b) hasil *masking*

5) *Manipulasi Penempelan Objek*: Dari tabel 5, baik pada sub-kasus yang menggunakan material 30% maupun 100%, hampir tidak ada perbedaan pada statistik kecuali pada nilai maksimum dan rata-rata magnitudo. Adapun jika dibandingkan dengan statistik gambar asli JPEG (tabel 2), terjadi peningkatan pada seluruh nilai statistik meskipun tidak signifikan. Tidak ada statistik yang menandakan secara eksplisit bahwa gambar ini telah mengalami manipulasi.

TABEL VI. HASIL STATISTIK ELA PENEMPELAN OBJEK

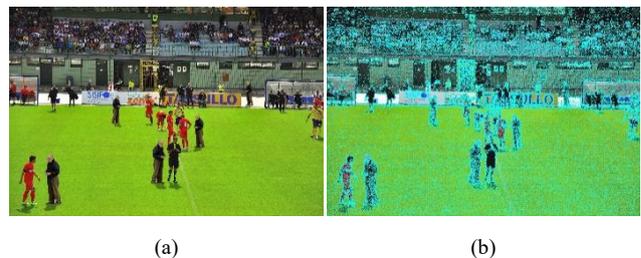
Sub	Komponen									Magnitudo		
	Merah			Hijau			Biru					
	Min	Max	$\bar{R}$	Min	Max	$\bar{G}$	Min	Max	$\bar{B}$	Min	Max	$\bar{M}$
30%	0	255	16	0	254	13	0	255	25	0	752	55,001305
100%	0	255	16	0	254	13	0	255	25	0	734	55,289692

Dari hasil penempelan dengan material 30% pada gambar 8a, hasil *masking* yang ditampilkan (gambar 8b) cukup memadai dalam menandai daerah yang dapat dicurigai sebagai hasil manipulasi. Objek pertama memiliki intensitas penandaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan objek lain yang berwarna gelap, objek kedua terlihat sama seperti objek warna gelap lain tetapi bayangannya terlihat berbeda jika dibandingkan dengan bayangan objek wasit, objek ketiga sampai kelima juga memiliki intensitas penandaan yang lebih tinggi dibandingkan objek lain yang berwarna gelap.



Gambar 8. (a) Hasil penempelan material 30% dan (b) hasil *masking*

Penempelan dengan material 100% (gambar 9) juga memberikan hasil *masking* yang relatif sama dengan gambar hasil *masking* pada penempelan material 30%. Namun, perbedaan intensitas penandaan terlihat lebih jelas karena berkurangnya intensitas penandaan pada keseluruhan gambar. Hal ini mendukung hipotesis bahwa statistik dari hasil ELA dapat dijadikan dasar untuk menandai daerah yang dapat dicurigai sebagai hasil manipulasi.



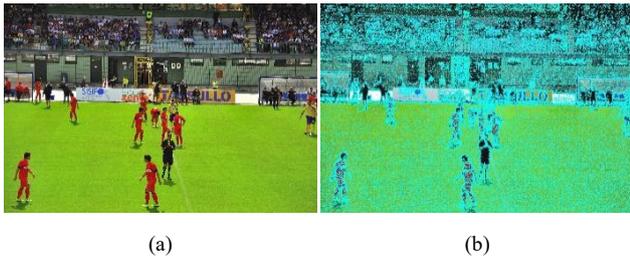
Gambar 9. (a) Hasil penempelan material 100% dan (b) hasil *masking*

6) *Penyalinan objek lokal*: Statistik dari skenario ini (tabel 6) menghasilkan statistik yang bernilai tetap atau meningkat jika dibandingkan dengan gambar asli JPEG (tabel 2), dan tidak ada statistik yang dapat dijadikan dasar bahwa gambar ini merupakan hasil manipulasi jika dibandingkan dengan statistik ELA gambar asli JPEG.

TABEL VII. HASIL STATISTIK ELA PENYALINAN OBJEK

	Komponen									Magnitudo		
	Merah			Hijau			Biru					
	Min	Max	$\bar{R}$	Min	Max	$\bar{G}$	Min	Max	$\bar{B}$	Min	Max	$\bar{M}$
	0	255	16	0	255	12	0	255	24	0	744	53,51758

Gambar komposit hasil manipulasi dapat dilihat pada gambar 10a, yang mana urutan objek dimulai dari objek manipulasi atau dasar yang paling dekat dengan sudut pandang kamera. Adapun hasil *masking* (gambar 10b) tidak terlalu membantu dalam mengidentifikasi daerah hasil manipulasi. Perbedaan yang terlihat hanyalah intensitas garis batas bayangan yang lebih intens pada objek pertama, ketiga, keempat dan kelima dibandingkan dengan objek kedua (kiri bawah) yang bayangannya tidak ditandai dengan garis tebal.



Gambar 10. (a) Gambar hasil penyalinan objek dan (b) hasil *masking*

7) Peningkatan fitur gambar (*Image retouching*)

TABEL VIII.  
HASIL STATISTIK ELA PENINGKATAN FITUR GAMBAR

Komponen									Magnitudo		
Merah			Hijau			Biru			Min	Max	$\bar{M}$
Min	Max	$\bar{R}$	Min	Max	$\bar{G}$	Min	Max	$\bar{B}$			
0	255	31	0	255	20	0	255	41	0	757	93,31339

Dari tabel 7, diperoleh statistik yang meningkat secara drastis jika dibandingkan dengan gambar asli JPEG. Peningkatan paling signifikan terjadi pada rata-rata magnitudo yang hampir mendekati nilai rata-rata magnitudo gambar asli TIF. Namun statistik ini tetap tidak dapat dijadikan acuan untuk menilai bahwa gambar ini adalah hasil manipulasi.

Gambar komposit hasil manipulasi peningkatan fitur (gambar 11a) memiliki daerah lapangan yang terlihat lebih realistis. Adapun hasil *masking* (gambar 11b) menunjukkan bahwa daerah lapangan memiliki intensitas penandaan yang sangat tinggi. Intensitas penandaan pada daerah luar lapangan yang jauh lebih rendah menandakan bahwa kemungkinan daerah lapangan telah dimanipulasi sangatlah tinggi. Hal ini sesuai dengan statistik yang menunjukkan peningkatan drastis, yang mana disebabkan oleh proses peningkatan fitur.



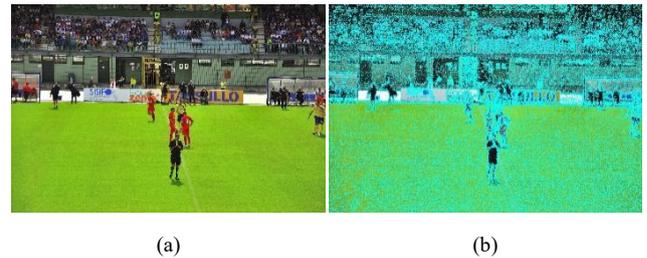
Gambar 11. (a) Gambar hasil peningkatan fitur dan (b) hasil *masking*

8) *Penghilangan objek*: Tabel 8 menunjukkan statistik yang diperoleh dari sub-kasus skenario penghilangan objek bernilai seragam secara keseluruhan, termasuk jika dibandingkan dengan statistik gambar asli JPEG. Perbedaan hanya terdapat pada nilai maksimum magnitudo, yang mana gambar asli JPEG memiliki nilai yang sedikit lebih rendah. Tidak ada nilai statistik yang secara eksplisit dapat dijadikan acuan menilai gambar ini adalah gambar komposit.

TABEL IX.  
HASIL STATISTIK ELA PENGHILANGAN OBJEK

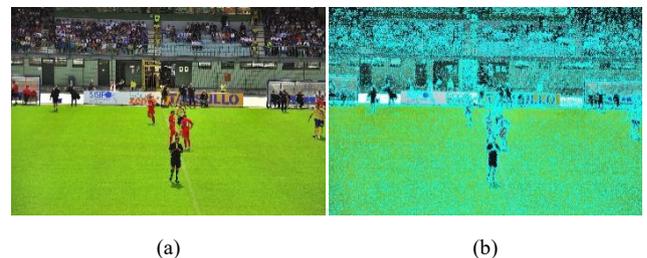
Sub	Komponen									Magnitudo		
	Merah			Hijau			Biru			Min	Max	$\bar{M}$
	Min	Max	$\bar{R}$	Min	Max	$\bar{G}$	Min	Max	$\bar{B}$			
Brush	0	255	15	0	252	12	0	255	23	0	726	51,142612
Patch	0	255	15	0	252	12	0	255	23	0	726	51,262817

Gambar komposit hasil manipulasi *brush-tool* dapat dilihat pada gambar 12a. Hasil *masking* yang diperoleh (gambar 12b) tidak menunjukkan jejak digital secara jelas, namun ada anomali pada bagian kiri bawah gambar yang tidak merata penandaannya. Hal ini pun sangat sukar untuk dideteksi tanpa analisis yang mendalam dan teliti.



Gambar 12. (a) Hasil manipulasi *brush tool* dan (b) hasil *masking*

Sedangkan gambar komposit hasil manipulasi *patch tool* dapat dilihat pada gambar 13a. Berbeda dengan hasil *brush-tool*, hasil *masking* (gambar 13b) tidak menunjukkan jejak manipulasi ataupun anomali yang dapat diidentifikasi.



Gambar 13. (a) Hasil manipulasi *patch tool* dan (b) hasil *masking*

V. KESIMPULAN

Statistik sangat rentan berubah dan tidak dapat dijadikan dasar dalam menilai keaslian suatu gambar. Sesuai dengan pernyataan yang terdapat di dalam [6] bahwa operasi pengubahan resolusi mempengaruhi hasil ELA, dengan operasi pembesaran resolusi dan peningkatan fitur yang menghasilkan perubahan nilai secara signifikan. Adapun nilai statistik pada skenario lainnya mengikuti tingkat kualitas gambar yang dianalisis dan perubahan rasio gambar.

Hipotesis tentang kemungkinan digunakannya hasil statistik untuk menandai secara fisik gambar yang dianalisis beserta membantu analisis dalam menilai keaslian gambar berhasil dibuktikan. Namun, dari 8 skenario yang telah dilakukan, hanya 2 skenario yang memberikan hasil cukup baik, yaitu skenario penempelan objek yang memiliki perbedaan tingkat kualitas dan skenario peningkatan fitur gambar. Adapun pada skenario lainnya, hasil *masking* sulit untuk dijadikan acuan dalam

mengidentifikasi daerah yang dapat dicurigai sebagai hasil manipulasi, terutama pada skenario penghilangan objek.

Tidak menutup kemungkinan hasil statistik maupun metode *image masking* yang telah digunakan pada penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menghasilkan keluaran dan analisis yang lebih baik dalam menilai keaslian gambar digital.

#### REFERENSI

- [1] Masyarakat Telematika Indonesia, "Hasil Survey MASTEL Tentang Wabah Hoax Nasional," 2017.
- [2] M. a Caloyannides, N. Memon, and W. Venema, "Digital Forensics," *IEEE Secur. Priv. Mag.*, vol. 7, no. 2, pp. 16–17, 2009.
- [3] E. Casey, *Digital Evidence and Computer Crime: Forensic Science, Computers, and the Internet*. Elsevier Science, 2011.
- [4] N. Krawetz, "A pictures worth digital image analysis and forensics," *Black Hat Briefings*, pp. 1–31, 2007.
- [5] M. Fauzi Rahman, "Digital Image Forensics: Metadata dan Error Level Analysis Untuk Mendeteksi Manipulasi Gambar," Universitas Pendidikan Indonesia, 2018.
- [6] N. B. A. Warif, M. Y. I. Idris, A. W. A. Wahab, and R. Salleh, "An evaluation of Error Level Analysis in image forensics," in *2015 5th IEEE International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, 2015, pp. 23–28.
- [7] J. Lorenzo-Navarro, M. Castrillón-Santana, and D. Hernández-Sosa, "On the use of simple geometric descriptors provided by RGB-D sensors for re-identification," *Sensors*, vol. 13, no. 7, pp. 8222–8238, 2013.
- [8] C. Pasquini, V. Conotter, and G. Boato, "RAISE - A Raw Images Dataset for Digital Image Forensics," *Proc. 6th ACM Multimed. Syst. Conf.*, 2015.