

# Analisa Forensik Citra Menggunakan Metode *Error Level Analysis* Dan Block Matching

Iis Sudianto<sup>a,1,\*</sup>, Nuril Anwar<sup>b,2</sup>

<sup>a,b</sup> Program Studi S1 Informatika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, 55191, Indonesia

<sup>1</sup> [iissudianto@gmail.com](mailto:iissudianto@gmail.com); <sup>2</sup> [nuril.anwar@tif.uad.ac.id](mailto:nuril.anwar@tif.uad.ac.id)

\* Penulis Korespondensi

## ABSTRAK

Perkembangan perangkat *editing* gambar saat ini membuat semua orang dapat memanipulasi gambar dengan mudah sehingga banyak gambar yang tersebar diragukan keasliannya. Saat ini, gambar dapat dijadikan barang bukti dalam kasus hukum di persidangan. Keaslian gambar menjadi topik yang banyak dicoba untuk dipecahkan dalam berbagai penelitian. Penelitian ini membahas tentang analisa keaslian gambar menggunakan metode *Error Level Analysis* (ELA) untuk mengetahui keaslian gambar. *Block Matching* digunakan pada proses membagi gambar menjadi beberapa bagian persegi atau blok. Metode ELA berhasil diimplementasikan dengan kompresi pada gambar sebesar 95% menghasilkan nilai MSE dan PSNR dalam membedakan gambar yang telah diubah. MSE rata-rata adalah 23,8 dB dan PSNR rata-rata adalah 34,47 dB. Hasil Block Matching secara keseluruhan menunjukkan nilai pixel untuk nilai x yang mencapai 30 terdapat 9 gambar, nilai x yang mencapai 24 terdapat 9 gambar, nilai x yang mencapai 23 terdapat 1 gambar, dan untuk nilai x yang mencapai 19 terdapat 1 gambar. Hasil pixel (y) seluruh gambar melebihi nilai 12 yang dimana pada nilai pixel (y) mengalami banyak perubahan dengan ditandai adanya bintik putih.



## Kata Kunci

Block Matching  
ELA  
Image Forensics  
JPEG  
PSNR



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

## 1. Pendahuluan

Pada saat ini, *image digital* dapat digunakan sebagai media komunikasi untuk penyampaian informasi. Keaslian dari suatu *image* memiliki peran penting dalam banyak hal, termasuk penyelidikan forensik, investigasi kriminal, *system surveilans*, badan intelijen, pencitraan medis, dan jurnalisisme [1]. Dengan adanya teknologi membuat proses manipulasi *image* menjadi lebih mudah dan cepat. Hal tersebut membuktikan bahwa kejahatan dengan ilmu komputer dalam bidang *editing* sangat mudah digunakan oleh banyak pengguna [2]. Kemampuan ini dapat disalahgunakan untuk memanipulasi atau pemalsuan *image* yang menimbulkan kejahatan komputer, sehingga banyak kejadian penyebaran *image* yang tidak bisa dipercaya begitu oleh masyarakat [3].

Perkembangan teknologi dapat memberikan dampak positif dan dampak negatif. Dampak positifnya dapat membantu menyelesaikan pekerjaan yang sulit, sedangkan dampak negatifnya adalah banyaknya kasus kejahatan dengan menggunakan teknologi dalam bidang *editing image* [4]. Kejahatan pada teknologi disebut *cybercrime*. *Cybercrime* merupakan suatu kejahatan yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi, serta memiliki karakteristik yang kuat dengan rekayasa teknologi dan komunikasi yang mengandalkan tingkat keamanan yang tinggi dan informasi yang disampaikan dan diakses oleh pengguna internet [5].

Perkembangan teknologi dalam pemrosesan citra digital semakin mempermudah pengguna melakukan pemalsuan *image*. Dampak dari pemalsuan *image* yaitu terciptanya *image* baru yang berbeda dengan aslinya. Hal ini dapat menimbulkan kesalahpahaman bagi seseorang yang melihat *image* tersebut, sehingga *image* tersebut sulit untuk dibedakan apakah masih *original* atau sudah

dimodifikasi. Kemudian, *image* tersebut dapat dengan mudah tersebar luas dan cepat dan bisa menimbulkan kontroversi dan bisa menjadi suatu tindak kejahatan.

Secara umum kepaluan suatu *image* dapat dikatakan sebagai penipuan, walau tidak semua *image* palsu merupakan hal yang buruk bisa dijadikan sebagai hiburan, bahkan bisa dijadikan untuk tujuan penelitian misalnya permasalahan yang berkaitan dengan memahami kualitas suatu *image*. Namun, tindakan tersebut bisa dikatan jahat dan berbahaya ketika membuat *image* palsu demi mendapatkan keuntungan.

Akibat kemudahan dalam memanipulasi *image*, seseorang yang melihat *image* dapat menjadi ragu untuk mempercayai keaslian *image* yang tersebar di media sosial. Kemudian untuk menghindari hal tersebut dibutuhkan suatu langkah yang dapat memberikan kepastian terhadap keaslian suatu *image*. Sehingga, penting untuk seseorang memiliki pengetahuan bahwa suatu *image* sudah dimanipulasi atau belum, maka dibutuhkan sebuah teknik yang dapat menganalisa perubahan yang sudah terjadi pada *image*. Untuk membuktikan keaslian suatu *image* dilakukan pengujiaannya dengan menggunakan bangunan *software* JPEGsnoop.

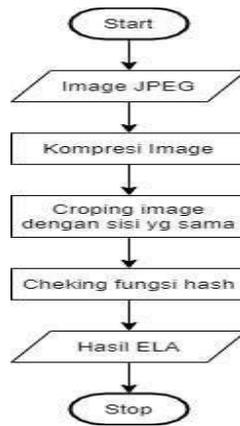
JPEGsnoop merupakan *tools* yang dapat membantu mendeteksi foto telah dilakukan manipulasi atau masih original [6]. JPEGsnoop mampu mendeteksi berbagai macam setting yang digunakan pada sebuah kamera digital (EXIF metadata, IPTC) dan juga dapat membandingkan sebuah foto dengan banyak parameter variasi kompresi, tergantung dari jenis kamera atau software yang digunakan [7].

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Error Level Analysis* dan *Block Matching*. *Error Level Analysis* adalah metode untuk mengetahui terdapat modifikasi atau tidak dalam suatu *image* [8], terutama pada *image* JPEG, dikarenakan secara umum *image* yang beredar di internet merupakan *image* dengan format JPEG. *Block Matching* merupakan proses membagi *image* menjadi beberapa bagian persegi atau blok [9]. Metode *Error Level Analysis* memerlukan *tools* tambahan untuk memberikan label berupa blok untuk mengidentifikasi hasil ekstrasi *Error Level Analysis*, maka metode *Block Matching* digunakan sebagai alat untuk membantu membaca hasil dari *Error Level Analysis*.

## 2. Metode

### A. Error Level Analysis

Teknik *Error Level Analysis* ini digunakan dalam mendeteksi *image* yang telah dimodifikasi secara digital. Konsep dari metode ELA adalah teknik dengan *image* JPEG menjalani kompresi ganda, kompresi ganda atau biasa disebut teknik *Ghost* JPEG. Alur dari metode terdapat dalam Gambar 1.



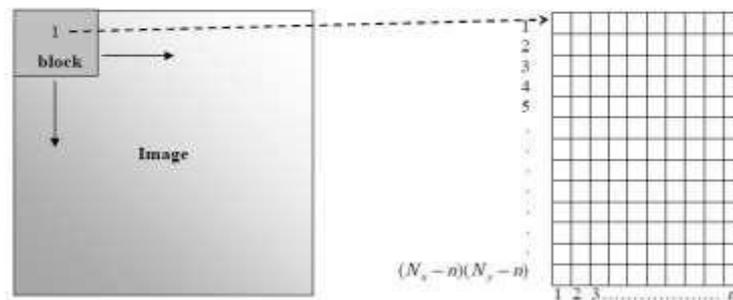
Gambar 1. Alur metode Error Level Analysis

Berdasarkan alur dari metode ELA akan didapatkan hasil *image* berupa *image true color* (RGB), kemudian hasil dari ELA akan dicari perbedaan nilai dari kedua *image* dengan membandingkan dari nilai Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari kedua *image* [10]. PSNR diukur dalam satuan desibel.

Pada penelitian ini, PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas *image* 1 sebelum dan *image* 2. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan MSE. Semakin rendah Nilai MSE maka akan semakin baik, dan semakin besar nilai PSNR maka semakin baik kualitas *image*, dan sebaliknya semakin tinggi nilai MSE maka akan semakin terlihat bahwa adanya *editing* pada *image* tersebut dan semakin kecil nilai PSNR maka akan semakin terlihat bahwa adanya *editing* pada *image* tersebut.

## B. Block Matching

Metode *Block Matching* merupakan metode yang dapat digunakan dalam mendeteksi wilayah yang disalin. Blok ini pertama ditempatkan di sudut kiri atas dan bergerak satu piksel dan kemudian turun. Piksel yang diambil oleh kolom di setiap posisi blok dan ditempatkan ke dalam matriks. Matriks akan memiliki kolom dan baris. Matriks tersebut kemudian dicari sehubungan dengan baris yang sama tapi sesuai dengan daerah yang berbeda dari *image*, sehingga menunjukkan bahwa porsi *image* telah disalin dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Berikut merupakan penjelasan teknik *Block Matching* terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Teknik Block Matching

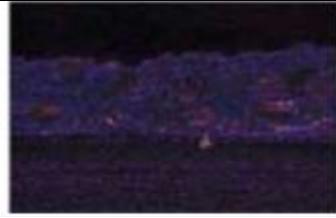
Teknik ini mengikuti waktu berjalan sesuai dengan ukuran yang diinginkan dari blok  $B \times B$ . Ukuran blok juga menentukan akurasi yang diinginkan dari gambar. Teknik ini mendorong mendeteksi *copy-move forgery*, tapi ketika melihat gambar JPEG salah satu harus menyadari bahwa karena kompresi rendah banyak objek yang sebenarnya tidak mengalami manipulasi akan ikut terdeteksi. Metode *Block-*

*Matching* sangat direkomendasikan untuk mengurangi waktu untuk proses komputasi. Dalam prosedur pencocokan, gambar dibagi dua blok, blok pertama adalah yang dianggap *overlapping*, dan kemudian semua pasangan blok duplikat akan ditandai.

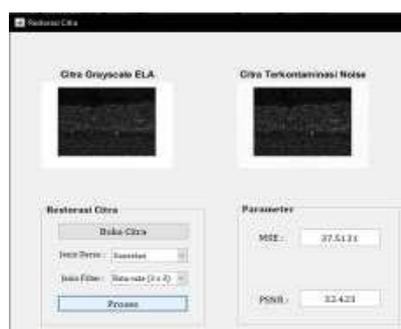
### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada teknik *Error Level Analysis image* JPEG ini dilakukan untuk mengidentifikasi bagian-bagian dari kompresi. Teknik *Error Level Analysis* dapat digunakan dalam menentukan suatu *image* asli dengan *image* yang telah dimodifikasi secara digital. Konsep kerja dari metode *Error Level Analysis* sebuah *image* dibagi menjadi 8x8 blok dan dikompres kembali pada tingkat level error *image* sebesar 95%. Proses pendeteksian pada Error Level Analysis diawali dengan membuat skenario berupa menyiapkan dua file *image* yang berasal dari dua sumber yang berbeda. Berikut merupakan *image* hasil dari metode *Error Level Analysis* ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Error Level Analysis

Image 1	Image 2
	
Nama Image: beach_1	Nama Image: beach_2

Proses hasil dari *Error Level Analysis* tersebut akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai MSE dan PSNR menggunakan reduksi noise *Gaussian* dengan mengubah hasil ELA menjadi *grayscale*. Sedangkan filter yang digunakan untuk merestorasi kedua *image* menggunakan menggunakan kernel berukuran 3 x 3. Kemudian parameter tersebut digunakan sebagai indikator untuk membandingkan hasil pengolahan 2 (dua) buah *image*. Berikut merupakan nilai hasil dari ketiga parameter dengan membandingkan 2 (dua) buah *image* terdapat pada Gambar 3. Nilai Hasil Parameter MSE dan PSNR beach\_1.



**Gambar 3.** Nilai hasil MSE dan PSNR beach\_1

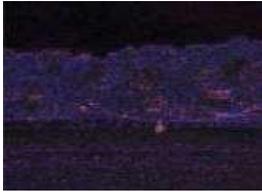
Proses mendapatkan nilai hasil dari MSE dan PSNR menggunakan reduksi noise *Gaussian*. Berdasarkan sampel data *image* 1 menghasilkan MSE : 24.6574 dan PSNR : 34.2453. Selanjutnya dilakukan percobaan pada sampel data *image* 2 terdapat pada Gambar 4. Nilai Hasil Parameter beach\_2;



**Gambar 4.** Nilai hasil MSE dan PSNR beach\_2

Berdasarkan sampel data *image 2* menghasilkan nilai MSE: 37.5131 dan PSNR: 32.423. Dari hasil pengujian 2 (dua) *image* makan didapatkan hasil selisih dari kedua *image* yang terdapat pada Tabel 2. Hasil Pengujian ELA menghitung Nilai MSE dan PSNR.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian ELA menghitung nilai MSE dan PSNR

Nama Image	Kompresi ELA 95%)	MSE dan PSNR	Keterangan
 Nama Image :beach_1		MSE : 24.6574 PSNR : 34.2453	Hasil nilai MSE dari kedua <i>image</i> menunjukkan bahwa <i>image 2</i> memiliki nilai MSE yang lebih besar dan nilai PSNR lebih kecil dibandingkan <i>image 1</i> , sehingga disimpulkan bahwa <i>image 2</i> merupakan <i>image</i> yang telah dilakukan <i>editing</i>
 Nama Image :beach_2		MSE : 37.5131 PSNR : 32.423	

Berdasarkan hasil nilai MSE dari kedua *image* menunjukkan bahwa beach\_2 memiliki nilai MSE yang lebih besar dan memiliki nilai PSNR lebih kecil dibandingkan beach\_1, sehingga dapat disimpulkan bahwa beach\_1 merupakan *image* original dan beach\_2 merupakan *image* yang telah dilakukan *editing*, karena semakin rendah NilaiMSE maka akan semakin baik dan semakin besar nilai PSNR maka semakin baik kualitas *image*, dan sebaliknya semakin tinggi nilai MSE makan akan semakin terlihat bahwa adanya *editing* pada *image* tersebut dan semakin kecil nilai PSNR makan semakin terlihat bahwa adanya *editing* pada *image* tersebut.

Proses perhitungan untuk mencari nilai MSE dan PSNR menggunakan reduksi noise *Gaussian* dengan mengubah hasil ELA menjadi *grayscale* dengan menggunakan kernel berukuran 3 x 3 untuk merotasi kedua *image*. Kemudian parameter digunakan sebagai indikator untuk membandingkan hasil pengolahan 2 (dua) buah *image*, dimana semakin rendah Nilai MSE maka akan semakin baik, dan semakin besar nilai PSNR maka semakin baik kualitas *image*, dan sebaliknya semakin tinggi nilai MSE makan akan semakin terlihat bahwa adanya *editing* pada *image* tersebut dan semakin kecil nilai PSNR makan semakin terlihat bahwa adanya *editing* pada *image* tersebut. Berikut merupakan Tabel 3. Hasil Pengujian ELA Nilai MSE dan PSNR.

**Tabel 3.** Nilai hasil MSE dan PNSR ELA

Nama <i>Image</i>	MSE	PSNR	Nama <i>Image</i>	MSE	PSNR
bdg_1	25.22	34.14	mangga_1	18.34	35.53
bdg_2	25.45	34.10	mangga_2	18.74	35.43
beach_1	24.65	34.24	motor_1	20.51	35.04
beach_2	37.51	32.42	motor_2	19.77	35.2
becak_1	21.73	34.79	mount_1	19.07	35.35
becak_2	22.72	34.6	mount_2	18.93	35.39
bridge_1	25.83	34.04	padat_1	31.42	33.19
bridge_2	27.09	33.83	padat_2	32.22	33.08
cake_1	21.73	34.79	pohon_1	26.13	33.99
cake_2	21.92	34.75	pohon_2	26.97	33.85
danau_1	17.43	35.74	sepeda_1	21.41	34.85
danau_2	16.84	35.89	sepeda_2	20.42	35.06
gedung_1	27.79	33.72	street_1	25.22	34.4
gedung_2	27.86	33.71	street_2	22.75	34.59
hutan_1	26.99	33.69	streetfood_1	24.65	34.24
hutan_2	26.00	33.85	streetfood_2	23.83	34.39
langit_1	16.01	36.12	tangga_1	20.71	35
langit_2	15.93	36.14	tangga_2	22.74	34.5
mall_1	21.44	34.85	tugu_1	20.69	35
mall_2	21.46	34.84	tugu_2	19.60	35.2

Berdasarkan hasil perhitungan nilai MSE dan PSNR menggunakan 20 sampel *image* maka didapatkan adanya *editing* pada salah satu *image* yang telah ditandai terdapat pada Tabel 4. Hasil Rata-Rata MSE dan PSNR ELA.

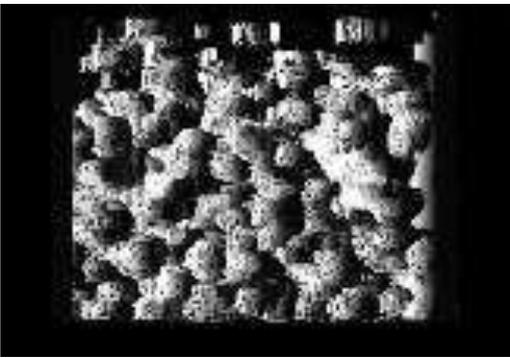
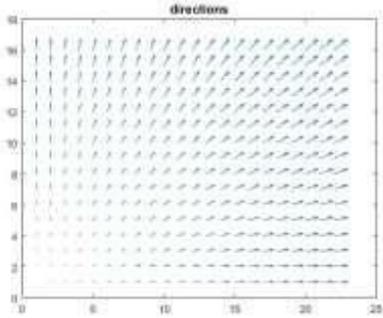
**Tabel 4.** Hasil rata-rata MSE dan PSNR ELA

Nama <i>Image</i>	MSE (dB)	PSNR (dB)
bdg_2	25.45	34.10
beach_2	37.51	32.42
becak_2	22.72	34.6
bridge_2	27.09	33.83
cake_2	21.92	34.75
danau_1	17.43	35.74
gedung_2	27.86	33.71
hutan_1	26.99	33.69
langit_1	16.01	36.12
mall_2	21.46	34.84
mangga_2	18.74	35.43
motor_1	20.51	35.04
mount_1	19.07	35.35
padat_2	32.22	33.08
pohon_2	26.97	33.85
sepeda_1	21.41	34.85
street_1	25.22	34.4
streetfood_1	24.65	34.24
tangga_2	22.74	34.5
tugu_1	20.69	35
<b>Rata-Rata</b>	<b>23.8 dB</b>	<b>34.47 dB</b>

Dari Tabel 4, hasil rata-rata MSE dan PSNR ELA dapat diketahui bahwa nilai MSE rata-rata adalah 23.8 dB dan nilai rata-rata PSNR adalah 34.47 dB, hal ini menunjukkan bahwa *image editing* berhasil dibuktikan, dikarenakan keberhasilan sebuah metode dapat diketahui jika nilai MSE rendah dan nilai PSNR tinggi, dua buah citra memiliki tingkat kemiripan yang rendah jika nilai PSNR di bawah 30 dB.

Proses pendeteksian selanjutnya dilakukan menggunakan metode Block Matching, metode ini membantu membaca hasil kompresi dari *Error Level Analysis* untuk mendeteksi manipulasi *image* dengan memberi blok pada daerah yang dicurigai. Pada proses ini disiapkan dua file *image* hasil kompresi dari *Error Level Analysis* yang kemudian kedua *image*. Tahap pengambilan blok digeser setiap satu piksel pada semua bagian *image* mulai dari pojok kiri atas sampai pojok kanan bawah dengan urutan ke kanan lalu ke bawah. Setiap *image* dibagi menjadi blok berdasarkan sub region dan akan ditemukan perbedaan setiap bloknya. Proses pengurutan ini dapat mempersingkat waktu pencarian semua blok. Metode Block Matching menghasilkan *image* hitam putih yang telah ditandai perbedaan dari kedua *image* yang sudah diproses menggunakan *Error Level Analysis* dan Block Matching. Hasil yang didapat berupa *direction* dua dimensi  $f(x,y)$  yang memiliki ukuran baris dan kolom dimana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat pada *image* dan  $f(x,y)$  adalah intensitas cahaya (brightness) atau keabuan (grey level). *Image* digital merupakan suatu matriks dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya (yang disebut sebagai elemen *image* atau pixel) menyatakan nilai derajat keabuan pada titik tersebut.

**Tabel 5.** Hasil pengujian metode Block Matching

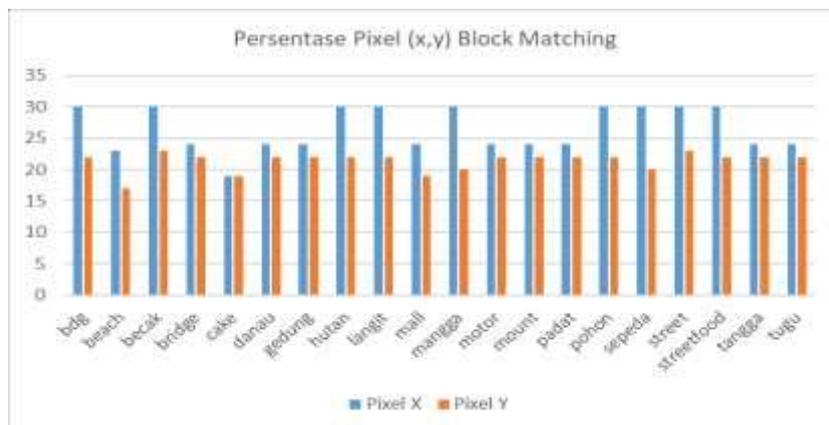
<i>Image</i> Block Matching	Hasil Direction (x,y)
 <p data-bbox="400 1547 644 1576">Nama <i>Image</i> : bm_beach</p>	 <p data-bbox="866 1514 1342 1570">Direction kedua <i>image</i> menghasilkan nilai <math>x = 23</math> dan nilai <math>y = 17</math></p>

Hasil pengujian pada tabel diatas merupakan deteksi manipulasi *image* menggunakan metode Block Matching. Metode Block Matching menghasilkan *image* hitam putih yang telah ditandai perbedaan dari kedua *image* yang sudah diproses menggunakan *Error Level Analysis* dan Block Matching. Hasil yang didapat berupa *direction* dua dimensi  $f(x,y)$  dimana nilai pixel  $(x,y)$  terbesar pada *image* terdapat bintik putih terbanyak atau banyak perbedaan yang terdapat pada *image* tersebut. Berikut merupakan hasil nilai  $x$  dan  $y$  *image* Block Matching terdapat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil nilai pixel (x,y) Block Matching

Nama	Pixel X	Pixel Y
bdg	30	22
beach	23	17
becak	30	23
bridge	24	22
cake	19	19
danau	24	22
gedung	24	22
hutan	30	22
langit	30	22
mall	24	19
mangga	30	20
motor	24	22
mount	24	22
padat	24	22
pohon	30	22
sepeda	30	20
street	30	23
streetfood	30	22
tangga	24	22
tugu	24	22

Berdasarkan hasil nilai pixel (x,y) dari Block Matching berdasarkan nilai sub region dengan panjang 30 dan lebar 12, nilai tersebut digunakan menentukan titik piksel dalam pencocokan kedua *image* dengan menandai bagian yang telah terjadi *editing*. Berikut merupakan dari nilai presentase Block Matching pada uji coba menggunakan nilai panjang 30 dan lebar 12 yang terdapat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Presentase Nilai Pixel (x,y)

Berdasarkan grafik dari nilai persentase dari nilai presentase Block Matching pada uji coba menggunakan nilai panjang 30 dan lebar 12, hasil secara keseluruhan menunjukan nilai pixel untuk nilai x yang mencapai 30 terdapat 9 *image*, sedangkan untuk nilai x yang mencapai 24 terdapat 9 *image*, untuk nilai x yang mencapai 23 terdapat 1 *image*, dan untuk nilai x yang mencapai 19 terdapat 1 *image*.

Persentase tersebut merupakan banyaknya pixel yang telah ditandai dengan bintang putih yang merupakan pada wilayah tersebut telah terjadi perubahan. *Image* yang nilainya mendekati nilai panjang yang maka pixel *image* tersebut telah terjadi banyak perubahan. Kemudian untuk hasil nilai lebar pada *image* dari 20 data hasil *Block Matching* menunjukkan bahwa seluruh *image* melebihi nilai 12 yang dimana pada nilai pixel (y) mengalami banyak perubahan dengan ditandai adanya bintang putih.

#### 4. Kesimpulan

Setelah melakukan beberapa hal terkait pengujian dan analisis deteksi keaslian *image* menggunakan metode *Error Level Analysis* dan *Block Matching* maka diperoleh beberapa kesimpulan; Metode ELA berhasil diimplementasikan dalam mendeteksi keaslian *image* pada *image* berekstensi JPEG dengan kompresi pada *image* sebesar 95% dengan menghasilkan nilai MSE dan PSNR dalam membedakan *image* yang telah di-*edit* dan diketahui bahwa nilai MSE rata-rata adalah 23.8 dB dan nilai rata-rata PSNR adalah 34.47 dB. Metode *Block Matching* berhasil membantu dalam membaca hasil kompresi yang dilakukan oleh ELA dengan hasil secara keseluruhan menunjukan nilai pixel untuk nilai x yang mencapai 30 terdapat 9 *image*, sedangkan untuk nilai x yang mencapai 24 terdapat 9 *image*, untuk nilai x yang mencapai 23 terdapat 1 *image*, dan untuk nilai x yang mencapai 19 terdapat 1 *image*. Hasil pixel (y) seluruh *image* melebihi nilai 12 yang dimana pada nilai pixel (y) mengalami banyak perubahan dengan ditandai adanya bintang putih. Tools JPEGsnoop dapat membantu memberikan informasi mengenai pengambilan *image* original menggunakan kamera tertentu.

#### Daftar Pustaka

- [1] B. Wang and X. Kong, "Image Splicing Localization Based on Re-demosaicing," Springer, 2012, pp. 725–732.
- [2] R. Umar, A. Fadlil, and A. I. Putra, "Analisis Forensics Untuk Mendeteksi Pemalsuan Video," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 2, p. 193, Sep. 2019, doi: 10.30645/j-sakti.v3i2.140.
- [3] R. Al Caruban, B. Sugiantoro, and Y. Prayudi, "Analisis Pendeteksi Kecocokan Objek Pada Citra Digital dengan Metode Algoritma Sift dan Histogram Color RGB," *Cyber Secur. dan Forensik Digit.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–27, 2018, doi: <https://doi.org/10.14421/csecurity.2018.1.1.1235>.
- [4] A. P. Saputra and N. Widiyasono, "Analisis Digital Forensik pada File Steganography (Studi kasus : Peredaran Narkoba)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 179–190, 2017, doi: <https://doi.org/10.28932/jutisi.v3i1.663>.
- [5] E. Ketaren, "Cybercrime, Cyber Space, Dan Cyber Law," *J. TIMES*, vol. 5, no. 2, pp. 35–42, 2017.
- [6] I. Irwansyah and H. Yudiastuti, "Analisis Digital Forensik Rekayasa Image Menggunakan Jpegsnoop dan Forensically Beta," *J. Ilm. Matrik*, vol. 21, no. 1, pp. 54–63, Jul. 2019, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v21i1.518.
- [7] M. M. Efendi, "Metode Deteksi Tepi Block Jpeg Terkompresi untuk Meningkatkan Akurasi Analisis Manipulasi Splicing pada Citra Berekstensi Jpeg," Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [8] W. Y. Sulistyio, I. Riadi, and A. Yudhana, "Analisis Deteksi Keaslian Citra Menggunakan Teknik *Error Level Analysis* dengan ForevcicallyBeta," in *Seminar Nasional Informatika 2018*, 2018, pp. 154–159.
- [9] A. Y. Wijaya, S. Al Musayyab, and H. Studiawan, "Pengembangan Metode Block Matching untuk Deteksi Copy-Move pada Pemalsuan Citra," *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 15, no. 1, pp. 84–94, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.12962/j24068535.v15i1.a638>.
- [10] H. Sajati, "The Effect of Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) Values on Object Detection Accuracy in Viola Jones Method," in *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, Nov. 2018, vol. 4, pp. 167–174, doi: 10.28989/senatik.v4i0.139.