

SISTEM AUTENTIFIKASI CITRA DIGITAL TERINTEGRASI DENGAN *ERROR LEVEL ANALYSIS (ELA)* DAN *COLOR FILTER ARRAY(CFA)* BERBASIS WEB

Dani Aquarius Febrianda¹, Desi Andreswari², Endina Putri Purwandari³

^{1,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(telp: 0736-341022; fax: 0736-341022)

[¹dhanifebrianda@gmail.com](mailto:dhanifebrianda@gmail.com)

[²deziandrez@yahoo.co.id](mailto:deziandrez@yahoo.co.id)

[³endinaputri@yahoo.co.id](mailto:endinaputri@yahoo.co.id)

S

Abstrak: Teknologi pemrosesan citra saat ini memudahkan pengguna untuk melakukan modifikasi dan pemalsuan citra. Pemalsuan citra sering tak dapat dikenali secara kasat mata karena citra hasil pemalsuan terlihat sangat natural. Beragam metode dikembangkan untuk mendeteksi keaslian citra dalam mengatasi pemalsuan citra digital. Untuk itu diperlukan sistem autentifikasi yang dapat mendeteksi pemalsuan citra digital. Pada penelitian ini pendeteksian pemalsuan pada citra dilakukan dengan menggunakan metode Error Level Analysis(ELA) dan Color Filter Array(CFA) serta ekstraksi Metadata. ELA memiliki kelebihan pada pendeteksian mengkompresi citra dengan kompresi JPEG sedangkan CFA akan memprediksi warna asli citra dengan interpolasi *bilinear* serta penggunaan filter bayer. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan sublimeText sebagai IDE. Hasil akhir dari penelitian ini adalah terciptanya sebuah sistem autentifikasi citra digital yang dapat mendeteksi pemalsuan citra digital dengan hasil berupa citra ELA dan citra *Bilinear* CFA serta dilengkapi dengan Metadata. nilai PSNR. Dari data hasil pengujian yang dilakukan kecerahan yang mirip akan bisa membawa pada kesimpulan bahwa citra masih sama dengan yang asli, kontras warna warna yang mirip terhadap perlakuan pemalsuan dan nilai RGB perubahan atau pemalsuan dengan nilai selisih warna 0-15 membawa pada kesimpulan bahwa citra masih sama dengan yang asli.

Kata Kunci : Pemalsuan citra, Error Level Analysis, Color Filter Array, Metadata, PHP

Abstract :Now, image processing technology developed to detect the authenticity of the image enables users to make modifications and in overcoming the digital image forgery. falsification of the image. Counterfeiting images Therefore need authentication system that can often can not be recognized visible because the detect the forgery of digital image. In This image looks very natural. Various methods were research, detection of forgery the image use the

Error Level Analysis (ELA) and Color Filter Array (CFA) and metadata extraction method. ELA has advantages in the detection of compressing images with JPEG compression while the CFA will predicts original colour image with bilinear interpolation and use Bayer filter. This system is built using the PHP programming language and sublime Text as IDE. The end result of this research is the creation of a digital image authentication system that can detect the forgery of digital image with the result form image and image Bilinear CFA ELA and equipped with Metadata PSNR value. The results of tests performed similar brightness could lead to the conclusion that the image remains the same as the original, contrasting colours that are similar to the treatment of counterfeiting and alteration or falsification RGB value with the value of the colour difference of 0-15. leads to the conclusion that the image remains the same as the original.

Keywords : *falsification of image, Error Level Analysis, Color Filter Array, Metadata, PHP.*

I. PENDAHULUAN

Pemalsuan citra adalah proses manipulasi pada sebagian atau seluruh daerah citra baik terhadap isi maupun konteks citra dengan bantuan teknik pemrosesan citra digital. Pemalsuan citra sering tak dapat dikenali secara kasat mata karena citra hasil pemalsuan terlihat sangat natural.

Pemalsuan citra digital ini dibagi menjadi dua bentuk yaitu perubahan konten dan perubahan konteks. Liliana & Basaruddin (2009) menjelaskan Pemalsuan Konten terdiri dari duplikasi, gabungan, penghapusan, perubahan ukuran, dan peningkatan kualitas citra sedangkan konteks terjadipada citra

yang dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan 5W+1H terhadap citra tersebut itu berarti diselidiki citra tersebut apa, siapa yang membuat, kapan dibuat, dimana membuatnya dan bagaimana cara membuatnya. Pemalsuan terhadap citra digital saat ini sangatlah mudah dilakukan, karena banyaknya alat bantu berupa perangkat lunak pemrosesan citra yang telah banyak tersebar dengan bebas. Teknik pemrosesan citra yang disalahgunakan menghasilkan kerugian bagi pihak yang menjadi korban. Beragam metode dikembangkan untuk mendeteksi keaslian dan mengatasi pemalsuan citra digital. Cara yang digunakan bisa dengan mengolah metadata suatu citra, pendeteksian tepi (*edges*) ataupun melihat perbedaan tingkat kecerahan suatu citra.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan.[1]

B. Autentifikasi Citra

Autentifikasi merupakan suatu langkah untuk menentukan atau mengonfirmasi bahwa seseorang (atau sesuatu) adalah autentik atau asli.[2]

C. Metadata

Metadata dapat didefinisikan sebagai data tentang data atau data yang menjelaskan tentang

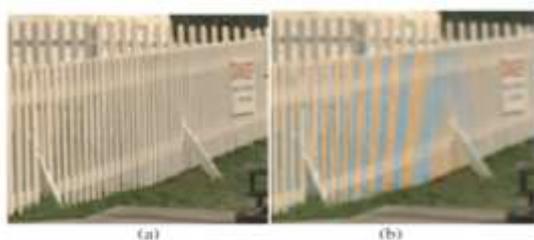
data. Dokumen metadata berisikan informasi yang menjelaskan karakteristik suatu data, terutama isi, kualitas, kondisi, dan cara perolehannya. Metadata digunakan salah satunya untuk mendokumentasikan produk data yang dihasilkan serta menjawab pertanyaan mendasar tentang siapa, apa, kapan, dimana dan untuk apa sebuah data dibuat atau disiapkan. Metadata memegang peranan penting didalam mekanisme pencarian maupun pertukaran suatu data.[3]

D. *Error Level Analysis (ELA)*

Error Level Analysis adalah metode yang sangat berguna untuk mendeteksi manipulasi gambar citra modern. ELA bekerja dengan cara menyimpan ulang gambar pada kompresi 95% atau 75% , dan mengevaluasi perbedaan dengan yang asli. Daerah modifikasi mudah terlihat karena aspek karakteristik mereka dalam representasi ELA.[4]

E. *Algoritma Interpolasi Bilinear CFA*

Tujuan algoritma interpolasi dalam proses pengolahan citra digital adalah untuk melakukan rekonstruksi keseluruhan citra berdasarkan informasi dari citra hasil sensor CFA.



Gambar 1 Interpolasi bilinear menggunakan CFA Bayer (a) citra asli dan (b) citra hasil interpolasi

Sensor CFA hanya menyimpan satu sampel kanal warna disetiap lokasi piksel, dan dua sampel kanal warna lainnya harus diestimasi dari perhitungan piksel tetangga untuk mendapatkan citra hasil interpolasi dalam tiga kanal warna RGB.

Pada Gambar 2 , piksel red berada di $r_{2i+1,2j+1}$, piksel blue berada pada $b_{2i,2j}$, sedangkan green pada $g_{2i+1,2j}$ dan $2i,2j+1$.

$r_{1,1}$	$g_{1,2}$	$r_{1,1}$	$g_{1,4}$	$r_{1,5}$	$g_{1,6}$...
$g_{2,1}$	$b_{2,2}$	$g_{2,3}$	$b_{2,4}$	$g_{2,5}$	$b_{2,6}$	
$r_{3,1}$	$g_{3,2}$	$r_{3,3}$	$g_{3,4}$	$r_{3,5}$	$g_{3,6}$	
$g_{4,1}$	$b_{4,2}$	$g_{4,3}$	$b_{4,4}$	$g_{4,5}$	$b_{4,6}$	
$r_{5,1}$	$g_{5,2}$	$r_{5,3}$	$g_{5,4}$	$r_{5,5}$	$g_{5,6}$	
$g_{6,1}$	$b_{6,2}$	$g_{6,3}$	$b_{6,4}$	$g_{6,5}$	$b_{6,6}$	
⋮						⋮

Gambar 2 Citra sensor CFA (S) dengan filter Bayer RRGB

Bila $S(x,y)$ merupakan citra hasil sensor CFA, Maka $R(x,y)$, $G(x,y)$ dan $B(x,y)$ menunjukkan tiga kanal warna red, green, dan blue yang diperoleh dari $S(x,y)$ dengan cara Berikut :

$$R(x,y) = \{S(x,y), 0 \text{ jika } S(x,y) = r_{x,y} \text{ sebaliknya} \}$$

$$G(x,y) = \{S(x,y), 0 \text{ jika } S(x,y) = g_{x,y} \text{ sebaliknya} \}$$

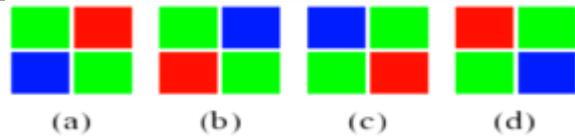
$$B(x,y) = \{S(x,y), 0 \text{ jika } S(x,y) = b_{x,y} \text{ sebaliknya} \}$$

Dimana (x,y) adalah posisi nilai piksel. Untuk mendapatkan citra warna yang sempurna dengan tiga kanal $R(x,y)$, $G(x,y)$ dan $B(x,y)$ perlu diestimasi dengan rata-rata nilai tetangga. Kanal ini akan mengambil nilai bukan nol pada $R(x,y)$, $G(x,y)$ dan $B(x,y)$ dan mengisi nilai yang kosong dengan operasi interpolasi.

Dalam operasi Bayer CFA, matriks interpolasi bilinear untuk RGB dilakukan secara terpisah.

$$h_r = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad h_g = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} h_b$$

$$= \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

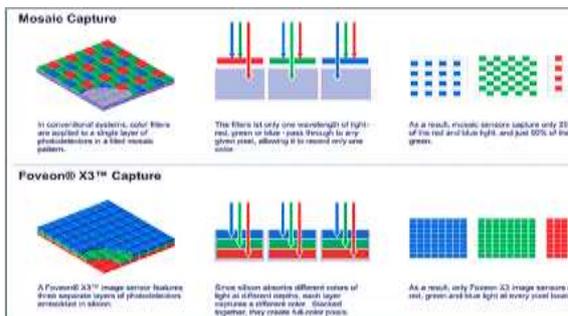


Gambar 4. Kombinasi filter Bayer CFA (a) GRGB, (b) GBRG, (c) BGGR, (d) RGGG

Persamaan diatas adalah matriks kernel berukuran 3x3 untuk interpolasi bilinear dengan filter Bayer. Kanal red dan blue memiliki matriks kernel yang sama. Sedangkan kanal green berbeda, karena memiliki dua nilai dalam filter Bayer.[5]

F. Interpolasi CFA dengan Filter Bayer

Algoritma interpolasi digunakan untuk mengestimasi nilai warna yang hilang pada sensor CFA dengan menghitung korelasi antara nilai piksel tetangga. Pada Gambar 3 menunjukkan susunan nilai piksel citra pada sensor CFA dengan pola Bayer.[6]



Gambar 3. susunan filter warna pada setiap pixel pada sensor CFA pola bayer (Blockaert, 2003)

Pola sensor CFA yang banyak digunakan saat ini adalah Bayer. Bayer CFA ditemukan oleh Dr. Bryce E. Bayer dari Eastman Kodak. Filter Bayer adalah filter RGB dengan ukuran pola matriks terdiri dari satu komponen blue, satu komponen red, dan dua komponen green Artinya filter Bayer hanya melakukan filter sebesar 25% terhadap merah dan biru dan 50% untuk warna hijau dari cahaya-cahaya yang jatuh keatas sensor bentuk-bentuk kombinasi dari filter bayer dapat dilihat pada gambar 4

G. Bahasa Pemrograman PHP

PHP merupakan bahasa pemrograman yang berjalan di sisi server (server side), sehingga kode program PHP diproses di sisi server dan output dari program PHP ditampilkan pada sisi client (clientside). Contoh Server Side seperti Apache dan contoh Client Side adalah web browser (mozilla, opera, safari, IE, dan sebagainya)..[7]

H. Metode Pengembangan Sistem Waterfall

Model SDLC air terjun (*waterfall*) sering juga disebut model sekuensial linier (*Sequential Linear*) atau alur hidup klasik. Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengodean, pengujian, dan tahap pendukung (*support*) [8].

I. Unified Modeling Language (UML)

UML terdiri atas pengelompokan diagram-diagram sistem. Diagram adalah yang menggambarkan permasalahan maupun solusi dari permasalahan suatu model. Salah satu cara untuk mengatur diagram UML adalah dengan menggunakan *view*. *View* adalah kumpulan dari diagram yang menggambarkan aspek yang sama dari proyek yang terdiri dari *Static View*, *Dinamis View*, dan *Fungsional View*. Ada beberapa jenis diagram dalam UML ini, seperti [9] : *class diagram*, *sequence diagram*, *usecase diagram*, *activity diagram*, *object diagram*, *component diagram* dan *collaboration diagram*. UML hanya berfungsi untuk melakukan pemodelan. Jadi

penggunaan UML tidak terbatas pada metodologi tertentu.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian terapan. Dalam penelitian ini dibuat suatu sistem yang dapat memeriksa keaslian suatu citra dengan menerapkan metode Error Level Analysis, Color Filter Array, dan EXIF metadata extraction.

B. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data, teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan studi kepustakaan yang diperoleh dari buku, jurnal, makalah maupun artikel-artikel yang ada di internet.

C. Metode Pengembangan Sistem

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan sistem model *waterfall* yang bersifat sistematis dan berurutan. Adapun penjelasan tahap-tahap model *waterfall* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Rekayasa dan Pemodelan sistem:

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah yang ada untuk dijadikan suatu sistem autentikasi citra digital yang dapat mudah diakses.

2) Analisis kebutuhan sistem:

Pada tahap ini peneliti akan melakukan analisis dan definisi kebutuhan sistem. Seperti data-data apa saja yang digunakan sebagai inputan dalam autentikasi citra digital, fungsi apa saja yang harus dibuat dalam autentikasi tersebut, serta informasi apa saja yang akan diolah dan dihasilkan.

3) Desain Sistem:

Setelah tahap analisis dan definisi kebutuhan selesai, diumpulkan secara lengkap. Kegiatan yang dilakukan di tahap ini adalah menerjemahkan analisis kebutuhan sistem ke dalam beberapa bentuk rancangan antarmuka (*interface*).

4) *Pengkodean*: Setelah desain sistem autentikasi citra digital dibuat, kemudian antarmuka akan diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman yang dimengerti oleh komputer (*coding*). Pada penelitian ini bahasa pemrograman yang digunakan adalah *PHP* dan dengan bantuan *SublimeText* sebagai *IDE* untuk mengimplementasikannya.

5) *Integrasi dan Pengujian Sistem*: Setelah sistem sudah dibangun, nantinya akan dilakukan pengujian untuk melihat apakah sistem autentikasi citra digital ini sudah sesuai dengan perencanaan dan perancangan.

Pada penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan *Black-Box* dan *White-Box* sebagai metode pengujian sistem.

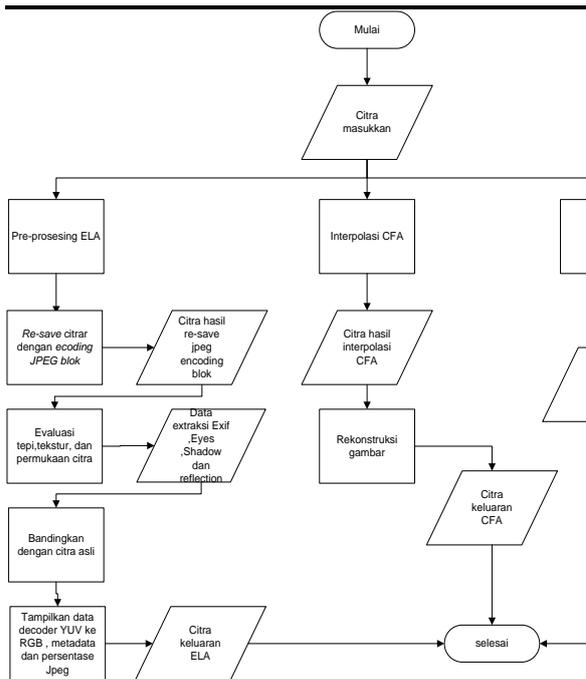
D. Metode Pengujian

Pengujian sistem terbagi menjadi dua, yaitu *black-box testing* dan *white-box testing*. Ketika perangkat lunak komputer sudah dipertimbangkan maka *black-box testing* dilakukan untuk menguji antarmuka perangkat lunak serta *input* dan *output* apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan.

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Cara Kerja sistem

Secara garis besar cara kerja sistem yang dibangun ditampilkan dalam Gambar 5.



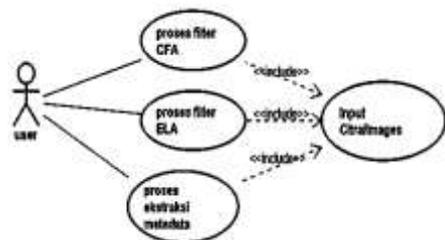
Gambar 5.Flowchart Alur Kerja Sistem

Dari gambar 5dapat dilihat bagaimana alur sistem dalam melakukan autentifikasi citra digital.Pengguna akan diminta untuk memasukkan citra yang akan diuji keasliannya melalui form input, selanjutnya citra akan diproses kedalam tiga proses besar yaitu proses CFA, ELA, dan Metadata sehingga menghasilkan keluaran berupa citra keluaran dan data analisis.

B. Perancangan Model UML (Unified Modeling Language)

Perancangan sistem yang mengimplementasikan metode ELA dan CFA pada sistem autentifikasi citra digital menggunakan UML seperti berikut :

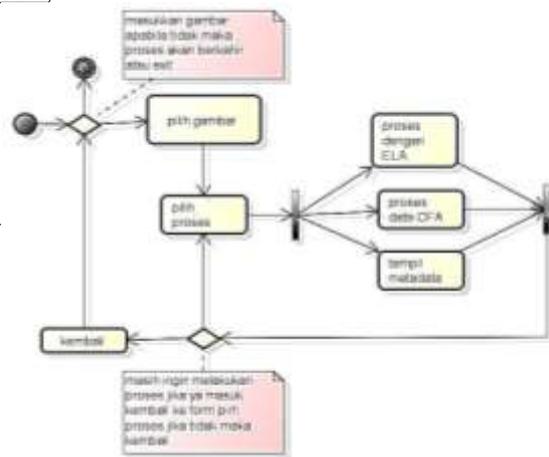
1) Use Case Diagram:



Gambar 6 Use Case DiagramSistem

Pada sistem ini hanya terdapat seorang aktor yang dinamakan *user* dan *user* tersebutlah yang hanya bisa mengoperasikan sistem ini.Pada gambar 6 terdapat empat Use Case yaitu use case melakukan proses ELA, use case melakukan proses CFA , use case melakukan proses ekstraksi metadata dan use case input citra.

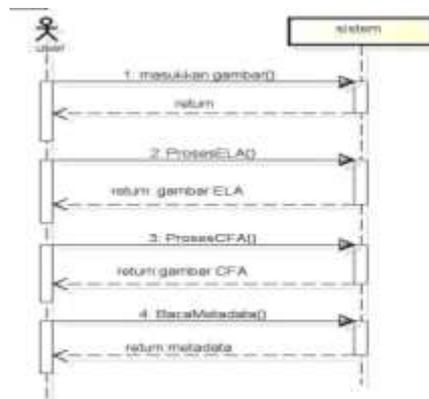
2) Activity Diagram:



Gambar 7.Activity Diagram Sistem

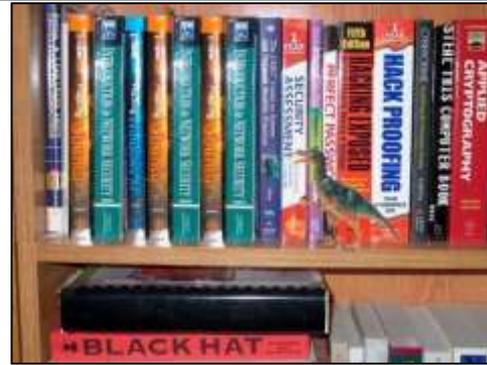
Pada gambar 7 dapat dilihat bagaimana proses – proses yang dapat dilakukan oleh user pada sistem autentifikasi citra digital. Ada beberapa proses yang dapat dilakukan oleh user setelah user memasukkan gambar yang akan diuji keasliannya, yaitu :proses ELA, proses CFA, dan tampil metadata.

3) Sequence Diagram:



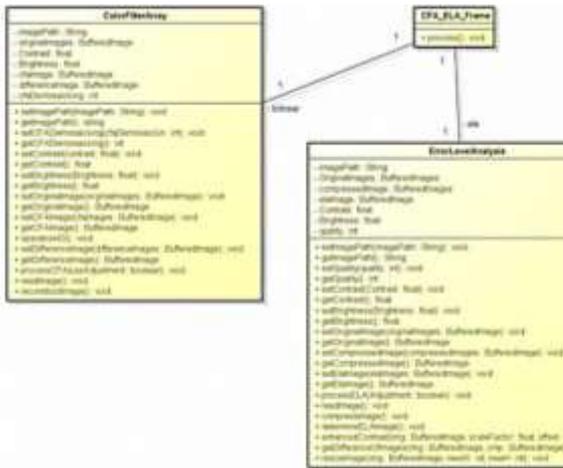
Gambar 8.Sequence Diagram

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa untuk melakukan autentifikasi citra pada sistem, user harus terlebih dahulu memasukkan gambar/citra yang akan diuji. Setelah itu user bias melakukan proses ELA,CFA, dan tampil metadata.



Gambar 10 books-edited.jpg

4) Class Diagram:m



Gambar 9. Class Diagram

Pada Gambar 9, Desain *source code* siste informasi ini, *class-class* diklasifikasikan ke dalam 3 *package* utama, *ColorFilterArray*, *ErrorLevelAnalysis*, dan *CFA_ELA_frame*. *ColorFilterArray* adalah *package* yang berisikan *class-class* yang berguna untuk pemrosesan CFA citra. *ErrorLevelAnalysis* berisikan *class-class* yang berfungsi untuk melakukan proses ELA. Sedangkan *CFA_ELA_frame* berisikan *source code* antarmuka aplikasi.

V. PEMBAHASAN

A. Perhitungan Manual

Pada bagian ini akan dicontohkan bagaimana proses perhitungan menggunakan metode Error Level Analysis (ELA) dan Color Filter Array (CFA), dalam menentukan bagian dari citra uji yang diusulkan. Citra uji yang dihitung pada bagian ini, dapat dilihat pada Gambar 10 berikut :

Perhitungan manual akan dilakukan pada *sub-image* dari *pixel* dengan menghitung nilai RGB pada setiap *pixel* dengan ukuran 4×4 *pixel* pada titik (201, 201) sampai dengan *pixel* (204, 204) sebagai sampel hitung. dalam kanal warna *Red*, *Green*, *Blue* (RGB) berikut data nilai piksel dari citra uji .

Tabel 1. Data Nilai RGB Citra Uji

X \ Y	201 (R,G,B)	202 (R,G,B)	203 (R,G,B)	204 (R,G,B)
201 (R,G,B)	(194, 117, 25)	(190, 108, 32)	(194, 123, 71)	(219, 183, 151)
202 (R,G,B)	(220, 120, 34)	(219, 110, 27)	(212, 105, 33)	(198, 117, 62)
203 (R,G,B)	(221, 113, 48)	(234, 109, 27)	(251, 111, 23)	(220, 88, 16)
204 (R,G,B)	(221, 145, 95)	(213, 107, 29)	(241, 101, 6)	(230, 69, 0)

Berdasarkan data tersebut, akan dilakukan proses deteksi pemalsuan, dan perhitungan nilai *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*, dan persentase keaslian gambar untuk masing-masing metode sebagai berikut :

1) *Error Level Analysis (ELA)*: Metode Error Level Analysis (ELA) bekerja dengan cara mengkompresi citra uji ke format JPEG / JPG dengan kualitas tertentu. Pada penelitian ini, kualitas yang digunakan adalah 75%. Berikut data nilai piksel citra setelah dikompresi 75% dengan kompresi JPEG.

Tabel 2 Data Nilai RGB Citra Kompresi

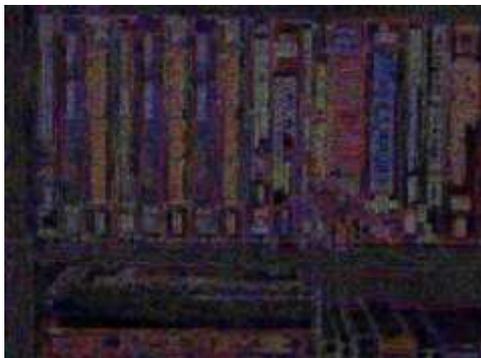
X \ Y	201 (R,G,B)	202 (R,G,B)	203 (R,G,B)	204 (R,G,B)
201 (R,G,B)	(190, 112, 30)	(190, 108, 32)	(182, 107, 39)	(185, 120, 66)
202 (R,G,B)	(215, 124, 31)	(212, 123, 41)	(201, 120, 55)	(201, 128, 83)
203 (R,G,B)	(204, 123, 34)	(207, 121, 44)	(204, 114, 52)	(184, 92, 45)
204 (R,G,B)	(219, 146, 67)	(203, 118, 51)	(202, 105, 50)	(192, 81, 38)

Kemudian dilakukan perhitungan selisih nilai RGB antara citra uji pada Table1 dan citra kompresi Tabel 2. Hasil perhitungan selisih nilai RGB Citra untuk masing-masing kanal warna Red, Green, dan Blue menghasilkan data pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 Data Selisih Nilai RGB Citra Uji Dan Citra Kompresi

X \ Y	201 (R,G,B)	202 (R,G,B)	203 (R,G,B)	204 (R,G,B)
201 (R,G,B)	(4, 5, 5)	(8, 1, 7)	(9, 3, 5)	(4, 12, 17)
202 (R,G,B)	(5, 4, 3)	(7, 13, 14)	(11, 15, 22)	(3, 11, 21)
203 (R,G,B)	(17, 10, 14)	(27, 12, 17)	(47, 3, 29)	(36, 4, 29)
204 (R,G,B)	(2, 1, 28)	(10, 11, 22)	(39, 4, 44)	(38, 12, 38)

Sehingga menghasilkan citra selisih yang terlihat pada gambar 11 berikut .



Gambar 11 Citra selisih ELA dari citra books-edited.jpg

Setelah dihasilkan citra selisih, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) dari citra selisih tersebut. Langkah-langkah perhitungan PSNR citra uji tersebut adalah sebagai berikut :

a. Hitung nilai *Mean Square Error (MSE)* dari citra selisih dengan menggunakan formula :

$$MSE = \frac{1}{3 * n * m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (r_{ij}^2 + g_{ij}^2 + b_{ij}^2)$$

Keterangan :

n = lebar citra

m = panjang citra

r_{ij} = nilai *red pixel* (i, j)

g_{ij} = nilai *green pixel* (i, j)

b_{ij} = nilai *blue pixel* (i, j)

Sehingga, nilai MSE untuk *sub-image* dari citra selisih pada *pixel* (201, 201) sampai dengan *pixel* (204, 204) adalah :

$$MSE = \frac{1}{3 * 4 * 4} \sum_{i=201}^{204} \sum_{j=201}^{204} (r_{ij}^2 + g_{ij}^2 + b_{ij}^2)$$

$$MSE = \frac{17567}{12}$$

$$MSE = 1463.916667$$

b. Hitung nilai PSNR citra selisih dengan formula :

$$PSNR = 10 * \log\left(\frac{255^2}{MSE}\right)$$

Akibatnya, nilai PSNR untuk *sub-image* dari citra selisih pada *pixel* (201, 201) sampai dengan *pixel* (204, 204) adalah :

$$PSNR = 10 * \log\left(\frac{255^2}{1463.916667}\right)$$

$$PSNR = 10 * \log(3.70154)$$

$$PSNR = 10 * 0.56838$$

$$PSNR = 5.68383 \text{ dB}$$

Perhitungan selanjutnya adalah adalah menghitung persentase nilai keaslian citra dengan menggunakan formula :

$$P = 100\% - \left(\frac{100}{n * m} \sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^m f(x_{ij}) \right) \%$$

Di mana

$$f(x_{ij}) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_{ij} > 0 \\ 0, & \text{jika } x_{ij} = 0 \end{cases}$$

Keterangan :

P = persentase keaslian citra

n = lebar citra

m = panjang citra

x_{ij} = nilai RGB piksel ke (i, j) citra selisih

Jadi $f(X_{i,j})$ akan bernilai 1 jika terdapat selisih/perbedaan pada nilai RGB pada piksel, dan akan bernilai 0 jika tidak terdapat perbedaan antara nilai yang di bandingkan sama. Oleh karenanya nilai persentase keaslian citra uji tersebut pada piksel (201, 201) sampai dengan piksel (204, 204) adalah :

$$P = 100\% - \left(\frac{100}{4 * 4} \sum_{i=201}^{204} \sum_{j=201}^{204} f(x_{ij}) \right) \%$$

$$P = 100\% - \left(\frac{100}{16} * 16 \right) \%$$

$$P = 0 \%$$

2) Color Filter Array (CFA): Metode Color

Filter Array (CFA) bekerja dengan cara mengekstrak kembali citra uji dengan suatu filter untuk setiap $m * n$ sub-image, sedemikian sehingga, masing-masing pixel hanya akan memiliki tepat satu buah nilai (Red, Green, Blue, Yellow, Emerald, dll). Setelah itu, akan dihitung nilai yang kurang untuk setiap pixel dengan menggunakan suatu metode interpolasi tertentu.

Pada penelitian ini, filter yang digunakan adalah Filter Bayer RGGB, dengan metode interpolasi yaitu Interpolasi Bilinear. Filter Bayer RGGB bekerja pada $2 * 2$ sub-image pada citra uji. Setiap channel warna yang tidak ter-filter akan bernilai 0 pada setiap pixel-nya dan yang terfilter akan bernilai >0 . Hasil filter Gambar 10 dengan Filter Bayer RGGB adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Data Nilai RGB Citra Uji Dengan Filter Bayer

X \ Y	201 (R,G,B)	202 (R,G,B)	203 (R,G,B)	204 (R,G,B)
201 (R,G,B)	(194, 0, 0)	(0, 108, 0)	(194, 0, 0)	(0, 183, 0)
202 (R,G,B)	(0, 120, 0)	(0, 0, 27)	(0, 105, 0)	(0, 0, 62)
203 (R,G,B)	(221, 0, 0)	(0, 109, 0)	(251, 0, 0)	(0, 88, 0)
204 (R,G,B)	(0, 145, 0)	(0, 0, 29)	(0, 101, 0)	(0, 0, 0)

Metode Interpolasi Bilinear untuk setiap channel warna yang hilang pada Filter Bayer akan mengisikan nilai yang hilang tersebut dengan rata-rata nilai warna pada seluruh neighborhood pixel yang ter-filter dengan channel warna tersebut. Oleh karena itu, hasil interpolasi setiap channel warna yang hilang untuk citra uji Gambar 10 tersebut adalah :

Tabel 5 Data Hasil interpolasi Nilai RGB Citra Uji

X \ Y	201 (R,G,B)	202 (R,G,B)	203 (R,G,B)	204 (R,G,B)
201 (R,G,B)	(194, 142, 102)	(194, 108, 111)	(194, 158, 131)	(217, 183, 151)
202 (R,G,B)	(207, 120, 23)	(215, 110, 27)	(222, 105, 44)	(222, 105, 44)
203 (R,G,B)	(221, 125, 51)	(236, 109, 28)	(251, 100, 29)	(225, 88, 31)
204 (R,G,B)	(235, 145, 78)	(236, 123, 29)	(237, 101, 14)	(222, 77, 0)



Gambar 5.9 Citra Selisih CFA dari Citra Sample Ela.jpg

Kemudian dilakukan perhitungan selisih antara citra uji, dan citra hasil interpolasi dengan metode Interpolasi Bilinear untuk masing-masing channel warnanya (Red, Green, Blue), diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5.6 Data Nilai RGB Citra Uji Dengan Nilai RGB Hasil Interpolasi

X \ Y	201 (R,G,B)	202 (R,G,B)	203 (R,G,B)	204 (R,G,B)
201 (R,G,B)	(0, 25, 77)	(4, 0, 79)	(0, 35, 60)	(2, 0, 0)
202 (R,G,B)	(13, 0, 11)	(4, 0, 0)	(10, 0, 11)	(23, 17, 0)
203 (R,G,B)	(0, 12, 3)	(2, 0, 1)	(0, 11, 6)	(5, 0, 15)
204 (R,G,B)	(14, 0, 17)	(23, 16, 0)	(4, 0, 8)	(8, 8, 0)

Citra selisih dari citra uji dan citra hasil interpolasi tersebut, selanjutnya dianggap sebagai bagian yang dipalsukan pada citra uji. Untuk bagian yang dipalsukan pada Gambar 10 dengan metode CFA dapat dilihat pada Gambar 11 berikut.

Setelah dihasilkan citra selisih, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) dari citra selisih tersebut. Langkah-langkah perhitungan PSNR citra uji tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Hitung nilai *Mean Square Error (MSE)* dari citra selisih dengan menggunakan formula :

$$MSE = \frac{1}{3 * n * m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (r_{ij}^2 + g_{ij}^2 + b_{ij}^2)$$

Keterangan :

n = lebar citra

m = panjang citra

r_{ij} = nilai *red pixel* (i, j)

g_{ij} = nilai *green pixel* (i, j)

b_{ij} = nilai *blue pixel* (i, j)

Sehingga, nilai MSE untuk sub-image dari citra selisih pada pixel (201, 201) sampai dengan pixel (204, 204) adalah :

$$MSE = \frac{1}{3 * 4 * 4} \sum_{i=201}^{204} \sum_{j=201}^{204} (r_{ij}^2 + g_{ij}^2 + b_{ij}^2)$$

$$MSE = \frac{21028}{12}$$

$$MSE = 1752.33333$$

b. Hitung nilai PSNR citra selisih dengan formula :

$$PSNR = 10 * \log\left(\frac{255^2}{MSE}\right)$$

Akibatnya, nilai PSNR untuk *sub-image* dari citra selisih pada *pixel* (201, 201) sampai dengan *pixel* (204, 204) adalah :

$$PSNR = 10 * \log\left(\frac{255^2}{1752.33333}\right)$$

$$PSNR = 10 * \log(3.09231)$$

$$PSNR = 10 * 0.49028$$

$$PSNR = 4.90282 \text{ dB}$$

Perhitungan selanjutnya adalah adalah menghitung persentase nilai keaslian citra dengan menggunakan formula :

$$P = 100\% - \left(\frac{100}{4 * 4} \sum_{i=201}^{204} \sum_{j=201}^{204} f(x_{ij}) \right) \%$$

Di mana

$$f(x_{ij}) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_{ij} > 0 \\ 0, & \text{jika } x_{ij} = 0 \end{cases}$$

Keterangan :

P = persentase keaslian citra,

n = lebar citra,

m = panjang citra

x_{ij} = nilai RGB *pixel* ke (i, j) citra

selisih.

Jadi $f(X_{ij})$ akan bernilai 1 jika terdapat selisih/perbedaan pada nilai RGB pada *pixel*, dan akan bernilai 0 jika tidak terdapat perbedaan atau nilai yang di bandingkan sama. Oleh karenanya, nilai persentase keaslian citra uji tersebut pada *pixel* (201, 201) sampai dengan *pixel* (204, 204) adalah :

P

$$= 100\% - \left(\frac{100}{4 * 4} \sum_{i=201}^{204} \sum_{j=201}^{204} f(x_{ij}) \right) \%$$

$$P = 100\% - \left(\frac{100}{16} * 6 \right) \%$$

$$P = 62,5\%$$

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Perancangan sistem autentifikasi citra digital dengan metode *Error Level Analysis dan Color Filter Array* telah berhasil memeriksa suatu citra sebagai citra asli dan citra palsu.
2. Berdasarkan citra hasil pengujian dengan metode ELA dan CFA nilai persentase sangat dipengaruhi oleh kecerahan yang mirip akan bisa membawa pada kesimpulan bahwa citra masih sama dengan yang asli, kontras warna warna yang mirip terhadap perlakuan pemalsuan dan nilai RGB perubahan atau pemalsuan dengan nilai selisih warna 0-15 membawa pada kesimpulan bahwa citra masih sama dengan yang asli.
3. Nilai ELA akan besar jika gambar yang di uji memiliki contrast yang besar .
4. Nilai CFA akan besar jika terdapat bagian yang memiliki perbedaan besar warna RGB.
5. Pengujian dengan *Metadata* menunjukkan data yang terbaca pada citra palsu menghasilkan nama software yang digunakan untuk melakukan pemalsuan. Jika citra asli *Metadata* IFDO akan terbaca lebih banyak sedangkan palsu *Metadata* IFDO lebih sedikit terbaca.

VII. SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ini dapat terus dikembangkan lebih lanjut dalam hal metode yang digunakan, kedepannya diharapkan metode *Error Level Analysis dan Color Filter Array* dapat lebih ditingkat akurasiya dengan penambahan metode *Discrete Wavelet Transform (DWT)* dan *Singular Value Decomposition (SVD)* dalam memeriksa keaslian citra digital.
2. Untuk penelitian selanjutnya, Sistem Authentifikasi citra digital bisa di kembangkan kembali dengan meningkatkan kecepatan pembacaan citra dalam otentifikasi citra.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan sistem yang dibangun dapat memperkecil error untuk citra asli yang memiliki perbedaan contrast tinggi.

REFERENSI

- [1] S. M. Metev and V. P. Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.
- [2] Murni, Aniati, *Pengantar Pengolahan Citra*, Elex Media Komputindo,
- [3] S.S. Rita Susilawati. (2006). *Mengenal Metadata Sebagai Sebuah Alat Investasi Data*. Pusat Sumber Daya Geologi:BMKG.
- [4] Krawetz, N. (2008). *A Picture's Worth...* Hacker Factor Solutions..
- [5] Purwandari, EP. (2011). *Metode Deteksi Pemalsuan Citra Digital Berbasis Singular Value Decomposition dan Color Filter Array*. Thesis: Universitas Indonesia. Jakarta
- [6] Purwandari, EP. (2015). *Images Splicing Detection Based On Demosaicking And Wavelet Transformation*. Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi, Vol 8 No 1, 26-34. pISSN 2088-705 <http://dx.doi.org/10.21609/jiki.v8i1.281>
<http://jiki.cs.ui.ac.id/index.php/jiki/article/view/281>

- [7] Dwiartara, L. (2010). *Menyelam menaklukkan samudra PHP*. bogor: Ilmu Website.
- [8] Rosa, A., & Salahuddin, M. (2011). *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Modula
- [9] Pressman, R. S. (2005). *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi (Buku Satu)*. Bandung: Informatika.