

SKRIPSI

**PENDETEKSIAN KEASLIAN CITRA
MENGUNAKAN METODE *ERROR LEVEL ANALYSIS*
(ELA) PADA CITRA BERFORMAT *JOINT
PHOTOGRAPHIC EXPERT GROUP* (JPEG)**

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD ARIZKI

H071171504



PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

**PENDETEKSIAN KEASLIAN CITRA
MENGUNAKAN METODE *ERROR LEVEL ANALYSIS*
(ELA) PADA CITRA BERFORMAT *JOINT
PHOTOGRAPHIC EXPERT GROUP* (JPEG)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Ilmu Komputer Departemen Matematika Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**



MUHAMMAD ARIZKI

H071171504

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Arizki
NIM : H071171504
Program Studi : Sistem Informasi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

PENDETEKSIAN KEASLIAN CITRA MENGGUNAKAN METODE ERROR LEVEL ANALYSIS (ELA) PADA CITRA BERFORMAT JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERT GROUP (JPEG)

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 7 Juni 2021



Menyatakan

Muhammad Arizki

NIM: H071171504

**PENDETEKSIAN KEASLIAN CITRA MENGGUNAKAN METODE
ERROR LEVEL ANALYSIS (ELA) PADA CITRA BERFORMAT JOINT
PHOTOGRAPHIC EXPERT GROUP (JPEG)**

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD ARIZKI

H071171504

Telah diperhatikan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Sistem Informasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 7 Juni 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,



Dr. Hendra, S.Si., M.Kom.

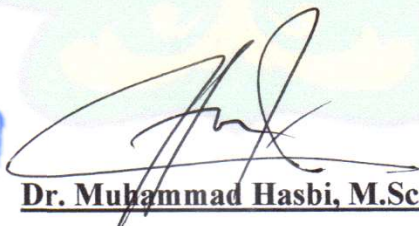
NIP: 19760102 200212 1 001



Supri Bin Hj Amir, S.Si., M.Eng.

NIP: 19880504 201903 1 012

Ketua Program Studi,



Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc.

NIP: 19630720 198903 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Arizki
NIM : H071171504
Program Studi : Sistem Informasi
Judul Skripsi : Pendeteksian Keaslian Citra Menggunakan Metode Error
Level Analysis (ELA) Pada Citra Berformat Joint
Photographic Expert Group (JPEG)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

	Tanda tangan
Ketua : Dr. Hendra, S.Si., M.Kom.	(.....)
Sekretaris : Supri bin Hj. Amir, S.Si., M.Eng.	(.....)
Anggota : Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc.	(.....)
Anggota : Andi Muhammad Anwar, S.Si., M.Si.	(.....)

Ditetapkan di : Makassar
Tanggal : 7 Juni 2021



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Strata 1 yang berjudul “**Pendeteksian Keaslian Citra Menggunakan Metode *Error Level Analysis (ELA)* Pada Citra Berformat *Joint Photographic Expert Group (JPEG)*”**. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Keluarga, ayahanda tercinta **Abd. Hamid K** dan ibunda tersayang **Sudarmi** yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis. Serta ucapan terima kasih juga pada adik saya **Muhammad Aditya F.**
2. Rektor Universitas Hasanuddin beserta jajarannya, Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta jajarannya, dan seluruh pihak birokrasi atas pengetahuan yang diberikan, baik dalam bidang akademik maupun bidang kemahasiswaan
3. Bapak **Dr. Hendra, S.Si., M.Kom.** selaku pembimbing utama dan Bapak **Supri bin Hj Amir, S.Si., M.Eng.** selaku pembimbing pertama untuk segala ilmu dan kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan penulis, serta bersedia meluangkan waktunya untuk mendampingi penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Serta kepada Bapak **Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc.** selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi sekaligus dan Bapak **Andi Muhammad Anwar, S.Si., M.Si.** atas kesediannya menjadi anggota tim penguji yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dosen Departemen Matematika, dan terkhusus kepada ibu dan bapak dosen Program Studi Sistem Informasi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin untuk

semua ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di jenjang strata

5. Teman-teman seperjuangan **Program Studi Sistem Informasi 2017** yang telah mendukung dan berjuang bersama-sama dalam suka dan duka, terutama **Muthia Amanah Arum**. atas waktu dan tenaga yang telah diberikan selama penulis menyelesaikan skripsinya, **Muhammad Fitrah, Khawaritzmi Abdallah ahmad, Farhan Muhammad, Muhammad Muflihun Naim, Restu Adi Akbar, Kennedy, Aris Akhyar Abdillah**, dan teman-teman asisten yang lain sebagai teman mengajar dan belajar pemrograman selama kuliah.
6. Kakak-kakak dan adik-adik **Program Studi Sistem Informasi 2014, 2015, 2016, 2018, 2019, dan 2020**.
7. Komunitas **Stack Overflow, GeeksforGeeks, dan Github** yang telah membantu penulis dan *programmer* lain di belahan dunia lainnya untuk menemukan jalan keluar dari setiap permasalahan dalam menyusun kode program.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dan tak sempat penulis tuliskan satu persatu

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Makassar, 7 Juni 2021

Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Arizki
NIM : H071171504
Program Studi : Sistem Informasi
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pendeteksian Keaslian Citra Menggunakan Metode *Error Level Analysis* (ELA) Pada Citra Berformat *Joint Photographic Expert Group* (JPEG)

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar Pada tanggal 7 Juni 2021.

Yang menyatakan



(Muhammad Arizki)

ABSTRAK

Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat misalnya dalam pengolahan citra digital, citra digital sering digunakan menjadi bukti pendukung ataupun penguat gagasan dalam menyampaikan informasi, namun akibat dari pesatnya perkembangan ini citra digital sering kali dimanipulasi. Manipulasi citra yang umum dijumpai ada tiga jenis citra *splicing*, citra *copy-move*, dan citra *retouching*, salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi keaslian citra adalah metode *Error Level Analysis* (ELA). Metode dikhususkan untuk menguji citra berformat *Joint Photographic Expert Group* (JPEG). Penelitian ini akan mengujikan metode ELA kepada citra *splicing*, *copy-move*, dan *retouching*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah metode ELA cukup baik dalam mendeteksi citra *splicing* dan *copy-move*, metode ELA dapat menampilkan daerah manipulasi yang diandai dengan daerah yang lebih terang daripada sekitarnya.

Kata Kunci: *citra digital, jpeg, error level analysis*

ABSTRACT

The development of technology is currently increasing rapidly, for example in digital image processing, digital images are often used as supporting evidence or reinforcing ideas in conveying information, however, as a result of this rapid development, digital images are often manipulated. Image manipulation that is commonly encountered consists of three types of image splicing, copy-move images, and image retouching. One method that can be used to detect the authenticity of an image is the Error Level Analysis (ELA) method. The method is devoted to testing Joint Photographic Expert Group (JPEG) format images. This study will test the ELA method on image splicing, copy-move, and retouching. The results obtained from this study are that the ELA method is quite good at detecting splicing and copy-move images, the ELA method can display the manipulation area characterized by an area that is brighter than its surroundings.

Keywords: *digital image, JPEG, error level analysis*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PERSETUUAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Citra Digital.....	3
2.1.1 Jenis Citra Digital.....	3
2.1.2 Format Citra Digital	5
2.2 Forensik Citra Digital.....	6
2.2.1 Citra <i>Splicing</i>	7

2.2.2	Manipulasi Citra <i>Copy-Move</i>	7
2.2.3	Citra <i>Retouching</i>	7
2.3	Kompresi JPEG	8
2.4	<i>Error Level Analysis</i> (ELA)	15
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Waktu dan Tempat	16
3.2	Tahapan Penelitian	16
3.3	Deskripsi Data	16
3.4	Instrumen Penelitian.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1	Implementasi Metode ELA	17
4.1.1	Pembuatan Citra ELA	17
4.1.2	Menghitung Persentase Manipulasi dari Citra ELA	20
4.2	Analisis Pengujian.....	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		24
5.1	Kesimpulan.....	24
5.2	Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA		25
LAMPIRAN.....		28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi citra biner.....	4
Gambar 2.2	Ilustrasi citra <i>grayscale</i>	4
Gambar 2.3	Ilustrasi citra warna	5
Gambar 2.4	Teknik pendeteksian manipulasi citra.....	6
Gambar 2.5	Ilustrasi citra <i>splicing</i>	7
Gambar 2.6	Ilustrasi citra <i>copy-move</i>	7
Gambar 2.7	Ilustrasi citra <i>retouching</i>	8
Gambar 2.8	Alur proses algoritma kompresi JPEG.....	8
Gambar 2.9	Pola zig-zag dalam pengompresian jpeg	11
Gambar 2.10	perbandingan citra sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) dikompresi	14
Gambar 4.1	Potongan code program untuk simpan ulang citra uji	18
Gambar 4.2	Potongan code untuk membuat citra ELA	18
Gambar 4.3	Hasil menggunakan citra uji: (a) tanpa peningkatan (b) dengan peningkatan	19
Gambar 4.4	Potongan program untuk inisiasi menghitung persentase	20
Gambar 4.5	Potongan program untuk menghitung rata-rata citra	20
Gambar 4.6	Potongan program menghitung rata-rata	21
Gambar 4.7	Potongan program menghitung persentase	21
Gambar 4.8	Tampilan aplikasi ketika pertama kali dijalankan	22
Gambar 4.9	Tampilan aplikasi ketika membuka gambar uji	22

Gambar 4.10 Tampilan aplikasi setelah melakukan pengujian22

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pengkodean biner pada kompresi JPEG	12
Tabel 4.1	Dataset yang digunakan dalam pengujian	17
Tabel 4.2	Hasil persentase citra uji dari Citra A	23
Tabel 4.3	Hasil persentase citra uji dari Citra B	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pembuatan Citra ELA	29
Lampiran 2	ELA.py	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam pengolahan citra digital sudah semakin maju, di mana kita sudah dapat menghasilkan citra digital beresolusi tinggi dengan biaya yang murah. Citra digital menjadi salah satu faktor pendukung dalam menyampaikan informasi sebagai bukti pendukung ataupun penguat gagasan, sehingga yang menerima informasi dapat lebih yakin dengan informasi yang disampaikan. Namun beberapa orang rela melakukan pemalsuan atau modifikasi citra digital agar citra tersebut dapat dianggap sebagai bukti. Kasus seperti ini bisa dilakukan mengingat kemajuan aplikasi pengolahan citra bisa di dapatkan di mana saja, mulai dari yang gratis hingga yang berbayar.

Pemalsuan citra digital adalah proses manipulasi pada sebagian atau seluruh daerah citra digital baik terhadap isi maupun konteks citra dengan bantuan teknik pemrosesan citra digital (Febrianda dkk., 2018). Manipulasi citra digital dapat dikategorikan menjadi tiga jenis yaitu citra *splicing*, manipulasi citra *copy-move*, dan citra *retouching* (Qazi dkk., 2013). Teknik yang paling umum dijumpai dalam manipulasi citra adalah teknik *copy-move*. Manipulasi citra *copy-move* dilakukan dengan maksud membuat sebuah objek “menghilang” dari gambar dengan menutupinya dengan blok kecil disalin dari bagian lain dari gambar yang sama (Shivakumar & Baboo, 2011).

Bidang ilmu forensik citra digital dibagi menjadi dua jenis yaitu aktif dan pasif. Otentikasi aktif membutuhkan informasi tambahan tentang gambar asli seperti proses *embedding* atau *watermarking*. Sedangkan otentikasi pasif atau teknik deteksi buta tidak memerlukan informasi tambahan. Otentikasi pasif dibagi lagi menjadi dua yaitu yang mengidentifikasi sumber perangkat dan mendeteksi manipulasi gambar (Sari dkk., 2016).

Pada penelitian ini akan fokus membahas salah satu teknik otentikasi pasif yakni mendeteksi manipulasi gambar, metode *Error Level Analysis* (ELA) pada media digital merupakan metode dasar yang cukup populer dalam mendeteksi manipulasi gambar sehingga metode ELA ini dipilih untuk pengujian kali ini. ELA

adalah analisa yang menghitung selisih antara citra dianalisis dengan citra analisis yang dikompresi di tingkat kualitas tertentu (Krawetz, 2008). Metode ini menggunakan citra berformat *Joint Photographic Experts Groups* (JPEG) sebagai masukan, citra berformat ini dipilih karena yang paling umum digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan sebuah masalah yaitu:

1. Bagaimana implementasi metode ELA dalam mendeteksi keaslian citra?
2. Bagaimana tingkat akurasi metode ELA dalam mendeteksi keaslian citra?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan memperhatikan latar belakang dan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mampu mengimplementasikan metode ELA dalam mendeteksi keaslian citra
2. Mampu mengetahui tingkat akurasi metode ELA dalam mendeteksi keaslian citra.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Masukan sistem adalah citra dalam format JPEG RGB (*Red, Green, Blue*) yang merupakan citra tunggal dan tidak bergerak.
2. Penulis tidak membahas lebih dalam mengenai proses pengompresian lebih lanjut.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam mengurangi keraguan masyarakat pada sebuah citra yang beredar didunia maya, dengan menggunakan metode ELA ini citra yang belum pasti kebenarannya tersebut dapat diselidiki.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Citra Digital

Citra merupakan representasi dari suatu objek atau kejadian (Zulfan dkk., 2016). Citra juga bisa disebut sebagai *output* dari alat perekaman, seperti kamera analog maupun digital (Saifullah dkk., 2016).

Citra digital merupakan representatif dari citra yang diambil oleh mesin dengan bentuk pendekatan berdasarkan *sampling* dan kuantisasi. Sampling menyatakan besarnya kotak-kotak yang disusun dalam baris dan kolom. Dengan kata lain, sampling pada citra menyatakan besar kecilnya ukuran piksel (titik) pada citra, dan kuantisasi menyatakan besarnya nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat keabuan (*grayscale*) sesuai dengan jumlah bit biner menyatakan jumlah warna yang ada pada citra (Basuki, 2005).

Suatu citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut (Putra, 2010). Sebuah citra digital dapat dituliskan ke dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,n-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,n-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(m-1,0) & f(m-1,1) & \dots & f(m-1,n-1) \end{bmatrix}$$

2.1.1 Jenis Citra Digital

Ada banyak cara untuk menyimpan citra digital di dalam memori. Cara penyimpanan menentukan jenis citra digital yang terbentuk. Beberapa jenis citra digital yang sering digunakan adalah citra biner, citra *grayscale* dan citra warna (Sutoyo dkk., 2009).

1. Citra Biner. Citra ini terdiri dari dua warna yaitu hitam dan putih. Dibutuhkan 1 bit di memori untuk menyimpan kedua warna ini. Contoh citra biner dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Ilustrasi citra biner

2. Citra *Grayscale*. Banyaknya warna tergantung pada jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna ini. Citra 2 bit mewakili 4 warna, citra 3 bit mewakili 8 warna, dan seterusnya. Semakin besar jumlah bit warna yang disediakan di memori, semakin halus gradasi warna yang terbentuk. Contoh citra *grayscale* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Ilustrasi citra grayscale

3. Citra Warna. Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (RGB = Red Green Blue). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 byte, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna. Berarti setiap piksel mempunyai kombinasi warna sebanyak $255 \times 255 \times 255 = 16$ juta warna lebih. Itulah sebabnya format ini dinamakan *true color* karena mempunyai jumlah warna yang cukup besar sehingga bisa dikatakan hampir mencakup semua warna di alam. Contoh citra warna dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Ilustrasi citra warna

2.1.2 Format Citra Digital

Format file citra standar yang digunakan saat ini terdiri dari beberapa jenis. Format-format ini digunakan dalam menyimpan citra dalam sebuah *file*. Setiap format memiliki karakteristik masing-masing. Berikut adalah penjelasan beberapa format umum digunakan saat ini.

1. *Bitmap* (.bmp)

Format .bmp adalah format penyimpanan standar tanpa kompresi yang umum dapat digunakan untuk menyimpan citra biner hingga citra warna. Format ini terdiri dari beberapa jenis yang setiap jenisnya ditentukan dengan jumlah bit yang digunakan untuk menyimpan sebuah nilai piksel.

2. *Tagged Image Format* (.tif, .tiff)

Format .tif merupakan format penyimpanan citra yang dapat digunakan untuk menyimpan citra *bitmap* hingga citra dengan warna palet terkompresi. Format ini dapat digunakan untuk menyimpan citra yang tidak terkompresi dan juga citra terkompresi.

3. *Portable Network Graphics* (.png)

Format .png adalah format penyimpanan citra terkompresi. Format ini dapat digunakan pada citra *grayscale*, citra dengan palet warna, dan juga citra *fullcolor*. Format .png juga mampu menyimpan informasi hingga kanal alpha dengan penyimpanan sebesar 1 hingga 16 bit per kanal.

4. JPEG (.jpg)

.jpg adalah format yang sangat umum digunakan saat ini khususnya untuk transmisi citra. Format ini digunakan untuk menyimpan citra hasil kompresi dengan metode JPEG.

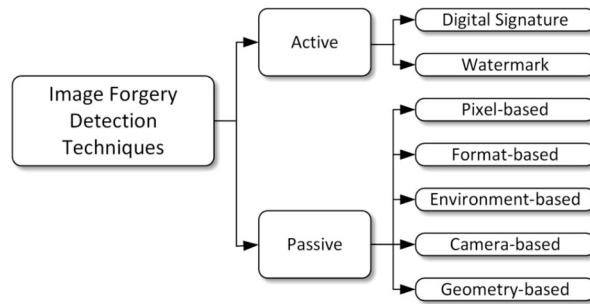
5. *Graphics Interchange Format (.gif)*

Format ini dapat digunakan pada citra warna dengan palet 8 bit. Penggunaannya umumnya pada aplikasi web. Kualitas yang rendah menyebabkan format ini tidak terlalu populer di kalangan peneliti pengolahan citra digital.

2.2 Forensik Citra Digital

Forensik citra digital bertujuan untuk memvalidasi keaslian suatu citra dengan mengetahui informasi yang terkandung di dalamnya. Forensik citra digital memfokuskan kepada aktivitas pemalsuan citra. Contoh pemalsuan citra yang sering dilakukan adalah menambahkan atau mengurangi informasi dari citra tersebut (Redi dkk., 2011).

Bidang ilmu forensik citra digital dibagi menjadi dua jenis yaitu aktif dan pasif. Otentikasi aktif membutuhkan informasi tambahan tentang gambar asli seperti proses *embedding* atau *watermarking*. Sedangkan otentikasi pasif atau teknik deteksi buta tidak memerlukan informasi tambahan. Otentikasi pasif dibagi lagi menjadi dua yaitu yang mengidentifikasi sumber perangkat dan mendeteksi manipulasi gambar (Sari dkk., 2016), teknik pasif dan aktif dibagi lagi menjadi beberapa metode seperti pada gambar 2.4 (Gunawan dkk., 2017).



Gambar 2.4. Teknik pendeteksian manipulasi citra

Kemajuan aplikasi pengolah citra memudahkan bagi seseorang untuk memanipulasi citra asli tanpa meninggalkan bekas manipulasinya. Manipulasi citra dapat dibedakan menjadi tiga kategori yaitu; citra *splicing*, manipulasi *copy-move*, dan citra *retouching* (Qazi dkk., 2013). Berikut penjelasannya.

2.2.1 Citra *Splicing*

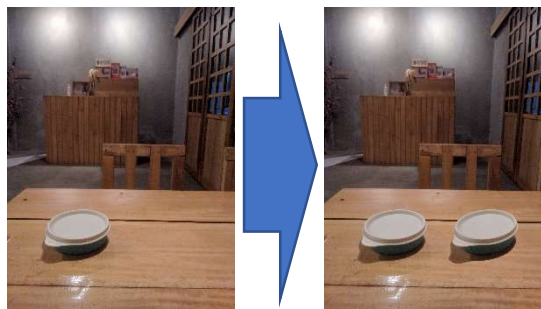
Citra *splicing* merupakan proses penggabungan dua atau lebih citra menjadi suatu citra baru. Suatu daerah tertentu disalin dari satu citra ke citra lain untuk membuat citra yang berbeda (Zhao dkk., 2011). Pada Gambar 2.5 dicontohkan bagaimana citra *splicing* dibuat.



Gambar 2.5. Ilustrasi citra *splicing*

2.2.2 Manipulasi Citra *Copy-Move*

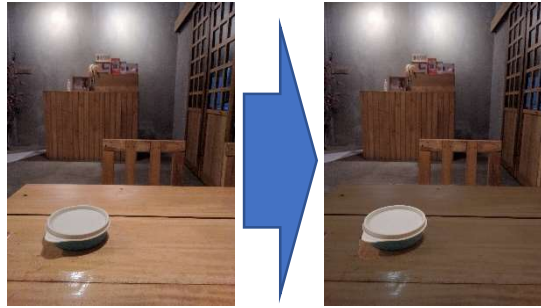
Manipulasi citra *copy-move* adalah jenis paling umum dari manipulasi citra. Ini melibatkan proses salin dan tempel pada citra yang sama. Daerah salinan biasanya dimanipulasi dengan operasi seperti *scaling*, rotasi dan penambahan *noise* untuk membaurkan daerah manipulasi dengan daerah sekitar (Hussain dkk., 2014). Contoh citra *copy-move* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Ilustrasi citra *copy-move*

2.2.3 Citra *Retouching*

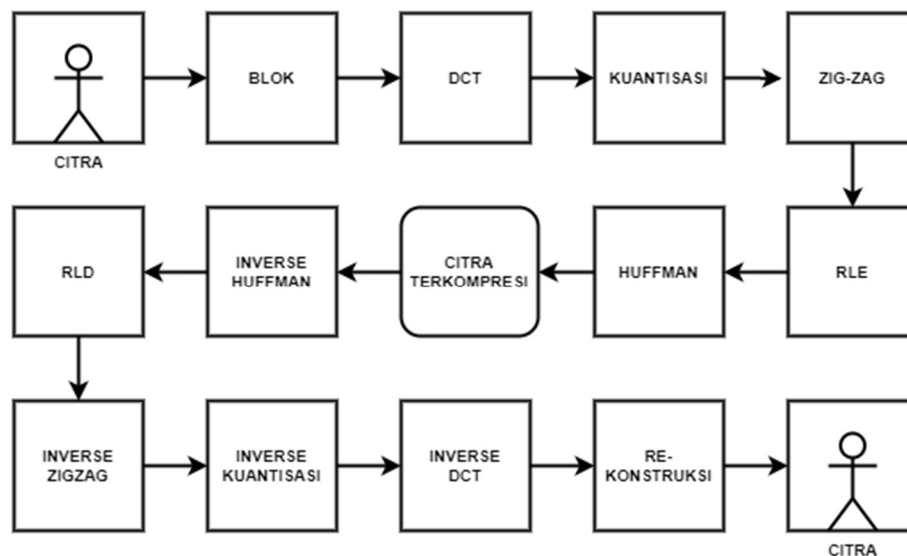
Citra *retouching* merupakan proses mengubah piksel yang disalin untuk menyamakan piksel di sekitarnya (Cok, 1996). Hal ini bisa meningkatkan atau mengurangi beberapa fitur dari citra asli tanpa mengubah dalam arti sebenarnya. Jenis manipulasi ini biasa dilakukan oleh editor majalah untuk membuat citra lebih menarik (Sadeghi dkk., 2012). Contoh citra *retouching* dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Ilustrasi citra retouching

2.3 Kompresi JPEG

Joint Photographic Expert Group (JPEG) adalah sebuah kelompok yang merancang algoritma kompresi citra *lossy*. Tujuan utama dari kompresi JPEG sederhana, yaitu untuk menyimpan data yang digunakan dalam representasi digital dengan ukuran sekecil mungkin dengan tetap mempertahankan detail visualnya (Murpratiwi & Widyantara, 2018). Alur proses pengompresian JPEG dapat dirangkum dalam gambar 2.8.



Gambar 2.8 Alur proses algoritma kompresi JPEG

Proses pengompresian JPEG dibagi menjadi dua yaitu *encoding* dan *decoding* sebagai berikut:

A. Encoding

1. Sebelum citra diproses terlebih dahulu dikonversi kedalam YCbCr dimana *Luminance* (Y) mewakili tingkat kecerahan dan *Chrominance* (Cb,Cr) mewakili warna, kemudian disajikan dalam bentuk matriks dari masing-masing komponen warna tersebut dan dibagi menjadi blok-blok berukuran 8x8.

Contoh :

$$g = \begin{bmatrix} 82 & 82 & 79 & 76 & 81 & 90 & 86 & 72 \\ 78 & 71 & 71 & 74 & 72 & 78 & 82 & 64 \\ 80 & 67 & 58 & 63 & 62 & 67 & 76 & 63 \\ 71 & 68 & 56 & 64 & 73 & 73 & 79 & 73 \\ 61 & 69 & 68 & 80 & 86 & 78 & 75 & 65 \\ 72 & 72 & 74 & 83 & 81 & 73 & 68 & 51 \\ 79 & 72 & 69 & 72 & 69 & 65 & 64 & 55 \\ 72 & 75 & 72 & 69 & 65 & 56 & 55 & 63 \end{bmatrix}$$

2. blok tersebut kemudian dilakukan proses *Discrete Cosinus Transform* (DCT) dua dimensi yang dinormalisasi. Sebelum menghitung DCT dari blok 8×8 , nilainya digeser dari kisaran positif ke satu yang berpusat pada nol. Untuk gambar 8-bit, setiap entri dalam blok asli berada dalam kisaran [0,255]. Titik tengah rentang (dalam hal ini, nilai 128) dikurangkan dari setiap entri untuk menghasilkan rentang data yang berpusat pada nol, sehingga rentang yang diubah adalah [-128,127].

$$g = \begin{bmatrix} -46 & -46 & -49 & -52 & -47 & -38 & -42 & -56 \\ -50 & -57 & -57 & -54 & -56 & -50 & -46 & -64 \\ -48 & -61 & -70 & -65 & -66 & -61 & -52 & -65 \\ -57 & -60 & -72 & -64 & -55 & -55 & -49 & -55 \\ -67 & -59 & -60 & -48 & -42 & -50 & -53 & -63 \\ -56 & -56 & -54 & -45 & -47 & -55 & -60 & -77 \\ -49 & -56 & -59 & -56 & -59 & -63 & -64 & -73 \\ -56 & -53 & -56 & -59 & -63 & -72 & -73 & -65 \end{bmatrix}$$

Kemudian untuk menghitung DCT dapat menggunakan persamaan (1).

$$G_{u,v} = \frac{1}{4} \alpha(u) \alpha(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 g_{x,y} \cos \left[\frac{(2x+1)u\pi}{16} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)v\pi}{16} \right] \quad (1)$$

Dimana :

- u dan v adalah koordinat horizontal dan vertical dari g.

- $\alpha(a) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & a = 0 \\ 1 & otherwise \end{cases}$
- $g_{x,y}$ adalah nilai piksel pada koordinat (x,y)
- $G_{u,v}$ adalah koefisien DCT pada koordinat (u,v)

Sehingga menghasilkan matriks G berikut.

$$G = \begin{bmatrix} -454.12 & 10.59 & -8.97 & 19.90 & -2.13 & 7.99 & -10.22 & 0.49 \\ 23 & -18.56 & 10.94 & 12.35 & -9.10 & 6.06 & 0.06 & -0.04 \\ 7.57 & 17.20 & 6.17 & -6.34 & -4.20 & -0.07 & 6.82 & -0.03 \\ 25.28 & 0.08 & -23.98 & 3.46 & -5.08 & -0.33 & 0.49 & 0.14 \\ 8.62 & -11.80 & -0.16 & -5.24 & 0.13 & -11.31 & -0.07 & -0.32 \\ -0.90 & 0.48 & 12.20 & 6.28 & 0.10 & -0.08 & 0.22 & -0.10 \\ -1.65 & 5.82 & 0.07 & -0.89 & -0.02 & -0.21 & 0.33 & -0.31 \\ -1.50 & 0.07 & 0.07 & 0.12 & 0.07 & 0.23 & 0.17 & -0.32 \end{bmatrix}$$

entri sudut kiri atas disebut koefisien DC (juga disebut komponen konstan), yang menentukan rona dasar untuk seluruh blok. 63 koefisien yang tersisa adalah koefisien AC (juga disebut komponen bolak-balik).

3. Mata manusia bagus dalam melihat perbedaan kecil dalam kecerahan pada area yang relatif besar, tetapi tidak begitu baik dalam membedakan kekuatan yang tepat dari variasi kecerahan frekuensi tinggi. Ini memungkinkan seseorang untuk sangat mengurangi jumlah informasi dalam komponen frekuensi tinggi. Ini dilakukan dengan hanya membagi setiap komponen dalam domain frekuensi dengan konstanta untuk komponen itu, dan kemudian membulatkan ke bilangan bulat terdekat. Operasi pembulatan ini adalah satu-satunya operasi lossy di seluruh proses (selain dari chroma subsampling) jika perhitungan DCT dilakukan dengan presisi yang cukup tinggi.

$$Q = \begin{bmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 & 55 \\ 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 57 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 100 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{bmatrix}$$

Kuantisasi koefisien DCT dihitung dengan persamaan (2) berikut:

Dimana :

- r atau *runlength* adalah jumlah nol yang muncul sebelum koefisien AC yang tidak nol
- s atau *size* adalah jumlah bit yang diperlukan untuk menyatakan koefisien
- c nilai koefisien AC

Keseluruhan proses berlanjut sampai "EOB" - dilambangkan dengan (0, 0) - tercapai.

(0,1)(1), (0,2)(2), (0,1)(1), (0,2)(-2), (0,1)(-1), (0,1)(1), (0,1)(1),
(0,1)(1), (0,2)(2), (3,1)(1), (4,1)(-1), (0,1)(-1), (0,0)

6. Selanjutnya (r,s) kodekan dengan tabel 2.1 sedangkan c dikodekan menggunakan algoritma Huffman berdasarkan frekuensinya.

Tabel 2.1. Pengkodean biner pada kompresi jpeg

Jumlah bit	Rentang
0	0
1	-1, 1
2	-3,-2;2,3
3	-6...-4;4...6
4	-15...-8;8...15
5	-31...-16;16...31
6	-63...-32;32...63
7	-127...-64;64...127
8	--255...-128;128...255
9	-511...-256;256...511
10	-1023..-512;512...1023
11	-2047...-1024;1024....2047

Sehingga urutan sebelumnya menjadi:

(0,1)0, (0,2)10, (0,1)0, (0,2)01, (0,1)0, (0,1)1, (0,1)1, (0,1)1, (0,2)10,
(3,1)1, (4,1)0, (0,1)0, (0,0)

Didapatkan tabel frekuensi dari (r,s) sebagai berikut:

'0,1': '1',

'0,2': '01',

'3,1': '000',

'4,1': '001'

Dengan demikian seluruh kode ac dikodekan menjadi:

100110100101101111101100001001010

B. Decoding

1. Proses *decoding* diawali dengan mengubah kode biner menjadi matriks.

$$\begin{bmatrix} -28 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

2. Selanjutnya mengalikan elemen elemen matriks dengan matriks kuantisasi.

$$\begin{bmatrix} -448 & 11 & -10 & 16 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 24 & -24 & 14 & 16 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & -22 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

3. Dilanjutkan dengan invers DCT menggunakan persamaan (4) berikut.

$$f_{x,y} = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 \alpha(u) \alpha(v) F_{u,v} \cos \left[\frac{(2x+1)u\pi}{16} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)v\pi}{16} \right] \quad (4)$$

Dimana :

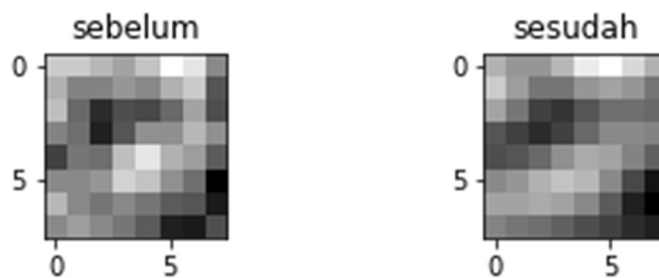
- x adalah koordinat baris pada piksel $0 \leq x \leq 8$
- y adalah koordinat kolom pada piksel $0 \leq y \leq 8$
- α sama seperti definisi sebelumnya
- $F_{u,v}$ koefisien DCT pada koordinat (u,v)
- $f_{x,y}$ adalah nilai piksel hasil rekonstruksi pada koordinat (x,y)

$$\begin{bmatrix} -48 & -52 & -52 & -47 & -39 & -36 & -42 & -48 \\ -44 & -51 & -57 & -52 & -52 & -50 & -52 & -57 \\ -50 & -57 & -65 & -67 & -62 & -58 & -58 & -59 \\ -62 & -65 & -68 & -65 & -59 & -54 & -54 & -55 \\ -63 & -62 & -59 & -65 & -49 & -50 & -55 & -60 \\ -54 & -52 & -48 & -45 & -47 & -54 & -64 & -72 \\ -50 & -50 & -49 & -50 & -54 & -61 & -70 & -75 \\ -55 & -57 & -58 & -60 & -63 & -65 & -68 & -70 \end{bmatrix}$$

Setelah di hitung inversnya selanjutnya nilai tiap matriks ditambahkan 128. Sehingga rentangnya kembali menjadi $[0,256]$.

$$\begin{bmatrix} 80 & 76 & 76 & 81 & 89 & 92 & 86 & 80 \\ 84 & 77 & 71 & 71 & 76 & 78 & 76 & 71 \\ 70 & 71 & 63 & 61 & 66 & 70 & 70 & 69 \\ 66 & 63 & 60 & 63 & 69 & 74 & 74 & 73 \\ 65 & 66 & 69 & 75 & 79 & 78 & 73 & 68 \\ 74 & 76 & 80 & 83 & 81 & 74 & 64 & 56 \\ 70 & 78 & 79 & 78 & 74 & 67 & 58 & 53 \\ 73 & 71 & 79 & 68 & 65 & 63 & 60 & 58 \end{bmatrix}$$

Bila dibandingkan sebelum dan sesudah dikompresi maka hasilnya dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.9 perbandingan citra sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) dikompresi

2.4 *Error Level Analysis (ELA)*

Sebelumnya sudah dijelaskan bahwa JPEG adalah salah satu *lossy* format, tetapi jumlah kesalahan yang ditimbulkan oleh setiap penyimpanan ulang tidak linear, misalnya sebuah citra disimpan dengan kualitas 90% kemudian disimpan ulang dengan kualitas 90% maka sama halnya dengan menyimpan satu kali dalam kualitas 81%. Jumlah kesalahan dibatasi pada blok piksel 8x8 menggunakan algoritma JPEG. Setelah sekitar 64 kali disimpan ulang, hampir tidak ada perubahan. Namun, ketika citra telah di manipulasi, blok 8x8 yang dimanipulasi tidak lagi memiliki nilai kesalahan yang sama dengan blok yang tidak dimanipulasi.

Error Level Analysis adalah analisa yang menghitung selisih antara citra dianalisis dengan citra analisis yang dikompresi ditingkat kualitas tertentu, misalnya 95%. Apabila hampir tidak ada perubahan, maka piksel telah mencapai minimum lokal untuk kesalahan pada tingkat kualitas tersebut. Namun, jika ada perubahan yang besar, maka piksel tersebut tidak berada pada minimum lokal dan secara efektif “asli”. (Krawetz, 2008).