

**KOMPARASI ALGORITMA SCALE INVARIANT FEATURE  
TRANSFORM DAN SPEED UP ROBUST FEATURE UNTUK  
MENDETEKSI PEMALSUAN CITRA COPY-MOVE**



Disusun oleh:

Nama : Reflan Nuari  
NIM : 17.52.1002  
Konsentrasi : Business Intelligence

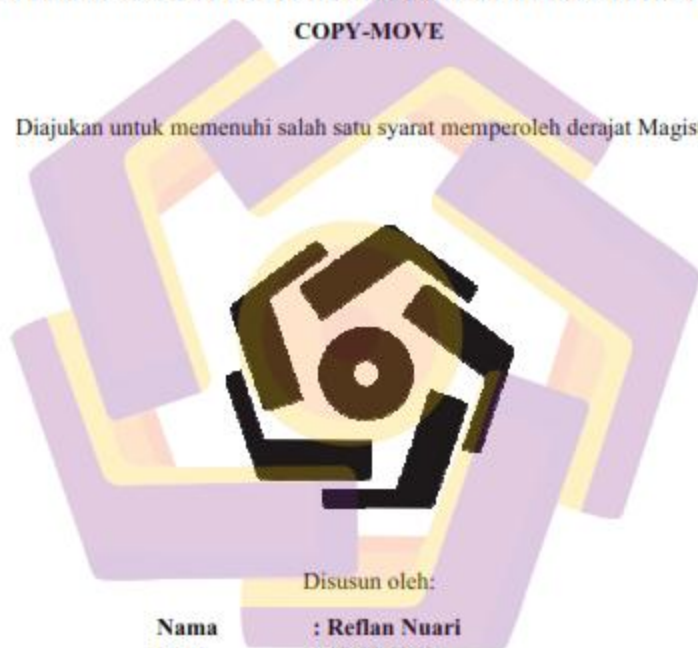
**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA  
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2019**

**TESIS**

**KOMPARASI ALGORITMA SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM  
DAN SPEED UP ROBUST FEATURE UNTUK MENDETEKSI PEMALSUAN  
CITRA COPY-MOVE**

**COMPARISON OF SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM AND  
SPEED UP ROBUST FEATURE FOR IMAGE FORGERY DETECTION  
COPY-MOVE**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Magister



Disusun oleh:

**Nama : Reflan Nuari**  
**NIM : 17.52.1002**  
**Konsentrasi : Business Intelligence**

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA  
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

**KOMPARASI ALGORITMA SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM DAN  
SPEED UP ROBUST FEATURE UNTUK MENDETEKSI PEMALSUAN CITRA  
COPY-MOVE**

**COMPARISON OF SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM AND SPEED  
UP ROBUST FEATURE FOR IMAGE FORGERY DETECTION COPY-MOVE**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

**Reflan Nuari**

**17.52.1002**

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis  
Program Studi S2 Teknik Informatika  
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta  
pada hari Rabu, 06 November 2019

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Komputer



## HALAMAN PERSETUJUAN

**KOMPARASI ALGORITMA SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM DAN  
SPEED UP ROBUST FEATURE UNTUK MENDETEKSI PEMALSUAN CITRA  
COPY-MOVE**

**COMPARISON OF SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM AND SPEED  
UP ROBUST FEATURE FOR IMAGE FORGERY DETECTION COPY-MOVE**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

**Reflan Nuari**

17.52.1002

Telah Dibacakan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis  
Program Studi S2 Teknik Informatika  
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta  
pada hari Rahu, 06 November 2019

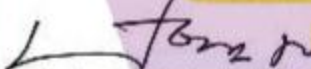
**Pembimbing Utama**


  
Prof. Dr. Ema Utami, S.Si, M.Kom.  
NIK. 190302037

**Anggota Tim Penguji**

  
Prof. Dr. Bambang Soedjono W.A.  
NIK. 9564136

**Pembimbing Pendamping**

  
Dr. Suwanto Raharjo, S.Si, M.Kom.  
NIK. 999106

  
Dr. Andi Sunvoto, M.Kom.  
NIK. 190302052

  
Prof. Dr. Ema Utami, S.Si, M.Kom.  
NIK. 190302037

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 06 November 2019

**Direktur Program Pascasarjana**

  
Dr. Kusriati, M.Kom.  
NIK. T90302106

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Reflan Nuari  
NIM : 17.52.1002  
Konsentrasi : Business Intelligence

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:  
Komparasi Algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* untuk Mendeteksi Pemalsuan Citra Copy-Move

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Ema Utami, S.Si, M.Kom.  
Dosen Pembimbing Pendamping : Dr. Suwanto Raharjo, S.Si, M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi

Yogyakarta, 06 November 2019  
Yang Menyatakan,



The image shows a yellow rectangular stamp with the text 'TERAI PENCAPAIAN' at the top, 'PENGUNTAHAN' in the middle, and '6000' at the bottom. A handwritten signature in black ink is written across the stamp.

Reflan Nuari

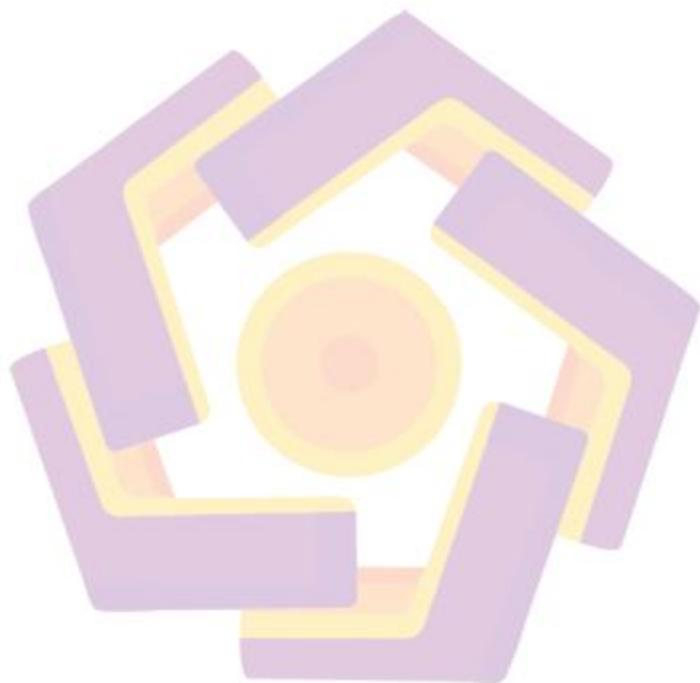


## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tesis ini penulis persembahkan kepada:

1. Ayah (bpk. Radar Zainuri) dan mamah (Ibu Riza Wahyuni) selaku orang tua tercinta yang selalu mendoakan, mendukung, membimbing, memberi semangat dengan pertanyaan “kapan wisuda?” dan selalu menasehati ketika mulai ragu. Terima kasih untuk kalian, orang tua ku yang selalu menyayangi dengan kesabaran serta tak pernah lelah mendampingi ku, I LOVE YOU.
2. Untuk para sahabat saya Pejuang Tesis, Mas Fendy, Mas Yoga, Mas Marwan, Mas Yuda yang selalu memberikan dukungan kepada saya walau ketika saya pusing mengerjakan tesis mereka ghibah dan kini jadi sebaliknya. “Semangat Berjuang Kawan! Aku akan selalu mendukung kalian.”
3. Seluruh teman-teman Program Magister Teknik Informatika Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta angkatan 19 B.
4. Untuk direktur PT. Solusi Kampus Indonesia (Gamatechno Group) Pak Nanang, Pak Awal, Lead Team eCampuz Suit Pak Urip, dan manajer eCampuz SAAS Bu Rosa yang sudah memberikan izin kepada saya untuk dapat melanjutkan studi di Univeristas Amikom Yogyakarta.
5. Seluruh sahabat dan teman-teman PT. Solusi Kampus Indonesia dan PT. Gamatechno Indonesia.
6. Seluruh dosen dan karyawan Program Magister Teknik Informatika Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta.

7. Para pembaca yang budiman, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat untuk menggapai kesuksesan abadi.
8. Terakhir terima kasih untuk kampus tercinta ini Universitas AMIKOM Yogyakarta



## HALAMAN MOTTO

1. "Berusaha menjadi lebih baik. Berusaha Memberikan, Mengupayakan, dan mengusahakan yang terbaik. Bersusaha sebaik mungkin."
2. "Tak ada konsep kegagalan, lihatlah bayi mungil yang tidak mengenal konsep kegagalan yang pada akhirnya bisa berjalan dan berlari. Yang harus dilakukan adalah terus berusaha, mencoba lebih banyak lagi dan lebih baik lagi"
3. "Sholatlah seolah-olah akan mati. Jaga lisanmu dari meminta maaf karena itu dikemudian hari. Berputuslah asa dari berharap kepada makhluk."
4. "Teruslah berdoa, karena Allah mengambulkan setiap doa dari hambanya. Ada kalanya Allah menyegerakan untuknya apa yang diminta, ada kalanya Allah menjadikannya sebagai simpanan untuknya di akhirat, dan ada kalanya Allah menghindarkannya dari keburukan (mushibah) yang semisalnya"
5. "Siapapun engkau sekarang, betapapun tingginya pangkat dan kekuasaanmu, Suatu saat nanti kamu pasti akan berubah menjadi tulang yang busuk. Karena itu, bertindak adillah kamu seperti huruf alif yang lurus, Adil di atas dan di bawah, Sebab, jika engkau tidak bertindak lurus, Maka tunggulah penghakiman Allah dialah hakim seadil-adilnya"
6. "Raihlah mimpi untuk akhiratmu bukan untuk dunia. Berjuang dan berusaha untuk dunia wajib, tapi tujuan akhir tetap akhirat"



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tesis ini dengan judul: “Komparasi Algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* untuk Mendeteksi Pemalsuan Citra *Copy-Move*”.

Penyusunan laporan tesis ini tidak lepas atas bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik materil maupun spirituil. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. M. Suyanto, MM sebagai Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta
2. Dr. Kusriani, M.Kom sebagai Direktur Program Magister Teknik Informatika Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta.
3. Prof. Dr. Ema Utami, S.Si, M.Kom sebagai dosen pembimbing utama
4. Dr. Suwanto Raharjo, S.Si., M.Kom sebagai dosen pembimbing pendamping

Penulis menyadari bahwa laporan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan segala kerendahan hati.

Akhirnya penulis memohon kepada Tuhan Yang Maha Esa semoga hasil jerih payah penulis dalam menyusun laporan tesis ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca.

Yogyakarta, 06 November 2019

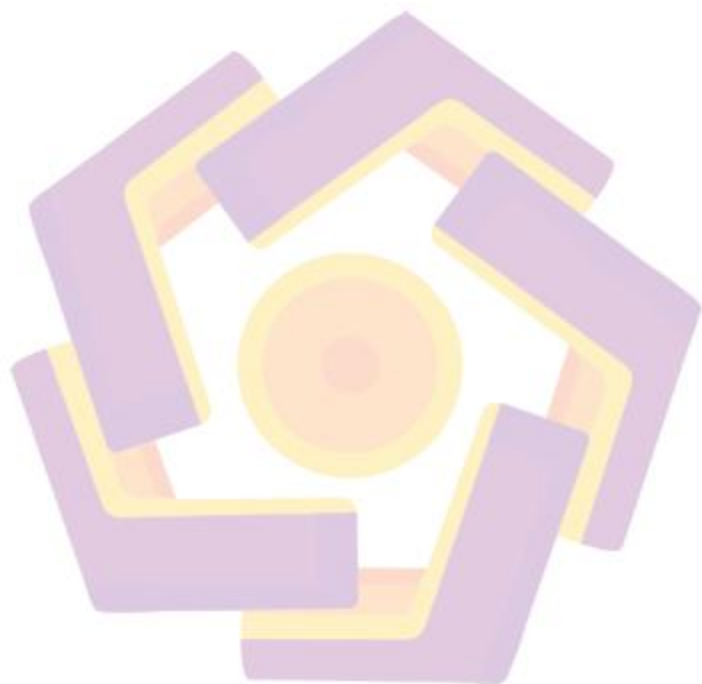
Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
HALAMAN MOTTO .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
INTISARI.....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.2. Keaslian Penelitian.....	13
2.3. Landasan Teori.....	16

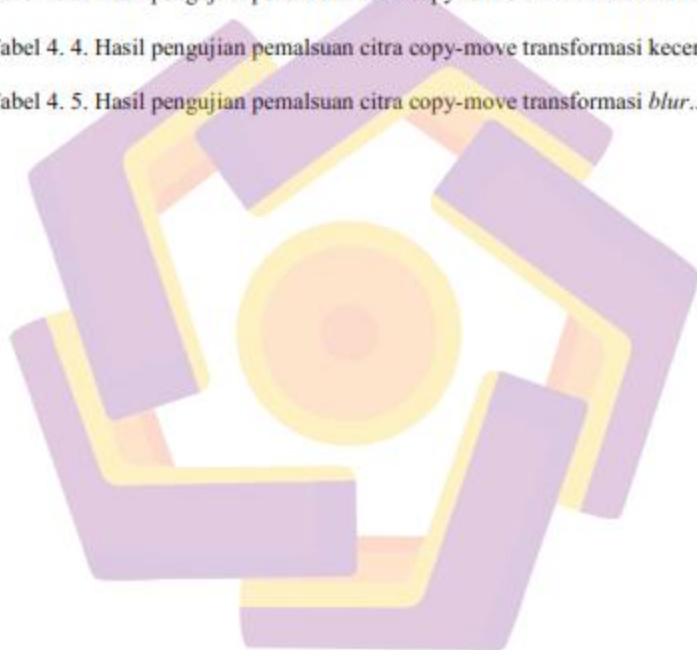
2.3.1. Citra (Image).....	16
2.3.2. Pemalsuan Citra Digital.....	16
2.3.3. Scale Invariant Feature Transform.....	17
2.3.4. Speed Up Robust Feature.....	21
2.3.5. <i>Discrete Wavelet Transform (Dwt)</i> .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian.....	28
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	30
3.3. Alur Penelitian.....	30
3.3.1. Studi Pustaka.....	31
3.3.2. Persiapan Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.3.3. Pemodelan Sistem.....	32
3.3.4. Pengujian.....	35
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1. Tahap Awal.....	37
4.1. <i>Pre-Processing</i> .....	38
4.2. <i>Detection</i> .....	40
4.3. Hasil Penelitian.....	46
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>93</b>
5.1. Kesimpulan.....	93
5.2. Saran.....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>95</b>
<b>PUSTAKA Buku.....</b>	<b>95</b>





## DAFTAR TABEL

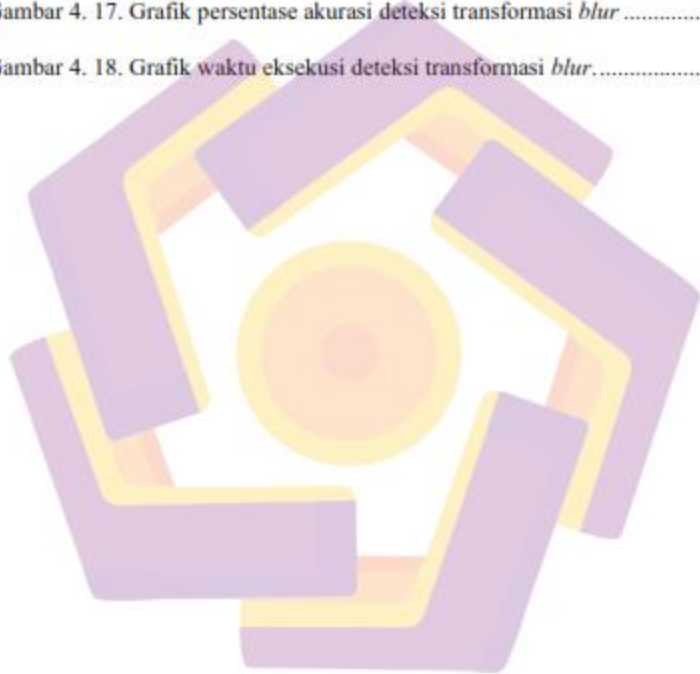
Tabel 2. 1. Matriks literatur review dan posisi penelitian.....	13
Tabel 4. 1. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move tanpa transformasi.....	48
Tabel 4. 2. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move transformasi skala.....	57
Tabel 4. 3. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move transformasi rotasi.....	66
Tabel 4. 4. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move transformasi kecerahan	75
Tabel 4. 5. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move transformasi <i>blur</i> .....	83



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Klasifikasi teknik deteksi pemalsuan citra (Asghar, 2016).....	16
Gambar 2. 2. Gambar asli (kiri), merusak gambar dengan teknik copy-move .....	17
Gambar 2. 3. Image Spicing (Yao, 2016) .....	17
Gambar 2. 4. Dekomposisi 2-D DWT tiga tingkat .....	24
Gambar 2. 5. Haar Wavelet.....	25
Gambar 2. 6. Daubechies Wavelet.....	26
Gambar 3. 1. Tahapan Metode Penelitian .....	31
Gambar 3. 2. Alur mendeteksi manipulasi citra copy move .....	32
Gambar 3. 3. Dekomposisi Wavelet .....	34
Gambar 3. 4. Alur Penelitian .....	36
Gambar 4. 1. Citra sebelum dilakukan pemalsuan copy-move.....	38
Gambar 4. 2. Citra setelah dilakukan proses pemalsuan copy-move.....	39
Gambar 4. 3. Tampilan citra yang telah di dekomposisi.....	39
Gambar 4. 4. Hasil dekomposisi subband LL.....	40
Gambar 4. 5. Hasil konversi menjadi citra keabuan .....	40
Gambar 4. 6. Ekstraksi fitur.....	41
Gambar 4. 7. Kecocokan fitur.....	43
Gambar 4. 8. citra treshold pemalsuan copy-move .....	44
Gambar 4. 9. Grafik persentase akurasi deteksi tanpa transformasi .....	53
Gambar 4. 10. Grafik waktu eksekusi deteksi tanpa transformasi.....	55
Gambar 4. 11. Grafik persentase akurasi deteksi transformasi skala.....	62

Gambar 4. 12. Grafik waktu eksekusi deteksi transformasi skala .....	64
Gambar 4. 13. Grafik persentase akurasi deteksi transformasi rotasi .....	71
Gambar 4. 14. Grafik waktu eksekusi deteksi transformasi rotasi.....	73
Gambar 4. 15. Grafik persentase akurasi deteksi transformasi kecerahan.....	80
Gambar 4. 16. Grafik waktu eksekusi deteksi transformasi kecerahan .....	81
Gambar 4. 17. Grafik persentase akurasi deteksi transformasi <i>blur</i> .....	88
Gambar 4. 18. Grafik waktu eksekusi deteksi transformasi <i>blur</i> .....	89



## INTISARI

Pemalsuan citra *copy-move* adalah salah satu teknik yang digunakan untuk memalsukan gambar. Banyak penelitian telah mengembangkan metode untuk mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*. Beberapa peneliti menggunakan metode untuk proses mengekstraksi fitur dalam gambar seperti Scale Invariant Features Transform dan Speed Up Robust Feature. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pendeteksian pemalsuan citra *copy-move* menggunakan algoritma *Scale Invariant Features Transform* dan *Speed Up Robust Feature*. Pengujian yang akan dilakukan adalah dari segi persentase akurasi dan waktu eksekusi. Pada tahap pra-pemrosesan, proses dekomposisi gambar dilakukan menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform (DWT)*.

Dalam penelitian ini ada 5 jenis pengujian, yaitu tanpa transformasi, transformasi skala, transformasi rotasi, transformasi pencahayaan, dan transformasi blur. Pemodelan kode program akan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan bahwa algoritma *Scale Invariant Features Transform* memiliki akurasi lebih tinggi daripada *Speed Up Robust Feature*. Perbedaan pada pengujian pertama adalah 16,32%, perbedaan pada pengujian kedua adalah 9,96%, perbedaan pada pengujian ketiga adalah 13,32%, perbedaan pada pengujian keempat adalah 13,44%, dan perbedaan pada pengujian kelima adalah 1,87 %.

Untuk menguji waktu eksekusi, algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki waktu lebih cepat dibandingkan dengan *Scale Invariant Features Transform*. Perbedaan dalam pengujian 1, 2, dan 3 berjumlah 1,97 detik, perbedaan dalam pengujian e 4 adalah 0,7 detik dan perbedaan dalam pengujian kelima adalah 0,62 detik.

Kata kunci: *Copy move, Image forgery, DWT, SIFT, SURF, MATLAB*

## **ABSTRACT**

*Copy-move image forgery is one of the techniques used to falsify images. Many studies have developed methods for detecting copy-move image falsification. Some researchers use methods for the process of extracting features in images such as Scale Invariant Features Transform and Speed Up Robust Feature. This study aims to compare the results of the detection of copy-move image falsification using the Scale Invariant Features Transform algorithm and Speed Up Robust Feature. Testing to be carried out is in terms of the percentage of accuracy and execution time. In the pre-processing stage, the image decomposition process is carried out using the Discrete Wavelet Transform (DWT) method.*

*In this study there are 5 types of testing, namely without transformation, scale transformation, rotation transformation, lighting transformation, and blur transformation. Modeling the program code will use the MATLAB programming language. Based on testing that has been done that the Transform Scale Invariant Features algorithm has higher accuracy than Speed Up Robust Feature. The difference in the first test is 16.32%, the difference in the second test is 9.96%, the difference in the third test is 13.32%, the difference in the fourth test is 13.44%, and the difference in the fifth test is 1.87%.*

*To test the execution time, the Speed Up Robust Feature algorithm has a faster time compared to Transform Scale Invariant Features. The difference in testing 1, 2, and 3 amounts to 1.97 seconds, the difference in testing e 4 is 0.7 seconds and the difference in the fifth test is 0.62 seconds.*

**Keywords:** *Copy move, Image forgery, DWT, SIFT, SURF, MATLAB*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Saat ini jaman teknologi yang sangat maju, dimana mencatat dari setiap peristiwa dalam bentuk gambar digital telah menjadi sangat sederhana. Saat ini gambar digital memainkan peran penting didalam kehidupan kita sehari-hari, dimana mereka digunakan sebagai sarana untuk menangkap informasi dalam bentuk visual/gambar dan digunakan untuk berbagai macam domain bidang seperti diagnosis medis, surat kabar, majalah, dan lain-lain.

Karena banyaknya gambar digital yang digunakan sebagai informasi, aplikasi pengeditan gambar yang canggih dan mudah digunakan sudah banyak tersedia seperti aplikasi *Adobe Photoshop*. Alat pengolah gambar yang canggih dan mudah digunakan dapat membantu seseorang dengan mudah untuk memanipulasi gambar untuk mendapatkan keuntungan ilegal atau untuk membuat propaganda palsu. Dengan demikian, informasi yang disediakan dalam bentuk gambar digital tidak dapat dianggap otentik dan tidak boleh diterima begitu saja.

Contoh nyata yang terjadi di Indonesia adalah foto akte pernikahan Presiden Joko Widodo yang beredar saat kampanye pemilihan presiden pada tahun 2014 dan foto yang diduga mantan ketua KPK Abraham Samad bersama Putri Indonesia 2013, dan lain-lain. Publikasi-publikasi yang melibatkan figure public seperti yang disebutkan merupakan isu yang sensitif di masyarakat dan menimbulkan kehebohan. Masyarakat menjadi bingung dan merasa perlu untuk

mengetahui kebenaran dan keaslian dari foto-foto tersebut (Tresnaningsih et al. 2017).

Pemalsuan citra *copy-move* adalah jenis pemalsuan gambar yang paling umum digunakan (Tresnaningsih et al. 2017). Dalam hal ini satu wilayah disalin dari satu tempat dan ditempelkan ke tempat yang lain dengan gambar yang sama untuk menyembunyikan informasi penting. Kadang-kadang, wilayah yang disalin di modifikasi kembali seperti rotasi, penambahan noise, penyesuaian cahaya, dan lain-lain. Hal ini dilakukan agar terlihat cocok dengan wilayah yang ada disekitarnya dan tidak terlihat seperti hasil manipulasi. Dalam jenis pemalsuan serupa lainnya, sebagian disalin dari satu gambar dan ditempelkan ke gambar yang berbeda. Jenis pemalsuan ini disebut *Image Splicing* / Penyambungan gambar.

Otentikasi gambar digital adalah masalah yang sangat serius dan sejauh ini para peneliti mengembangkan banyak metode, yang terutama dapat diklasifikasikan menjadi teknik intrusif (aktif) dan teknik non-intrusif (pasif) (Elaskily, 2017). Selanjutnya metode intrusif dapat dibagi menjadi 2 kelas berdasarkan *Embedding watermark* dan menggabungkan tanda tangan digital dalam suatu gambar. Dalam setiap teknik ini, informasi diintegrasikan kedalam gambar digital sebagai bantuan untuk mengautentikasi konten digital dan hak keamanan. Jika konten digital dari suatu gambar diubah, maka informasi yang ada akan ikut berubah. Keaslian gambar divalidasi dengan memastikan bahwa informasi yang melekat tidak diubah. Meskipun metode ini kuat, domain aplikasi mereka dibatasi karena semua kamera digital tidak dilengkapi dengan fitur

penyematan *watermark*. Batasan metode aktif ini memotivasi penelitian untuk mengusulkan metode non-intrusif untuk mengautentikasi gambar digital. Pada metode ini tidak mempertimbangkan segala jenis informasi yang ada pada suatu gambar (seperti *watermark*) untuk memvalidasi keaslian gambar digital.

Teknik berbasis non-blok seperti *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* digunakan oleh peneliti yang berbeda untuk mengekstrak fitur tingkat lokal yang khas dalam gambar. Dibandingkan dengan algoritma lain, kategori algoritma ini memiliki ketahanan yang menjanjikan terhadap sebagian besar operasi pasca pemrosesan. Namun, belum diketahui perbandingan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing algoritma dalam mendeteksi pemalsuan citra digital dengan menggunakan teknik berbasis non-blok, sehingga ini menjadi salah satu alasan penelitian ini dilakukan. Selain untuk membandingkan kedua algoritma, penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dengan mengatasi kekurangan yang ada di masing-masing algoritma.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Berapa rata-rata persentase akurasi dan kecepatan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* ?
- b. Berapa rata-rata persentase akurasi dan kecepatan algoritma *Speed Up Robust Feature* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* ?

- c. Berapa besar selisih persentase akurasi dan kecepatan antara algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* ?

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan-batasan tentang lingkup permasalahan yang harus diselesaikan perlu ditetapkan pada penelitian ini. Berikut adalah batasan-batasan masalah yang dimaksud:

- a. Jenis pemalsuan yang diproses dalam penelitian ini dikhususkan pemalsuan citra berjenis *copy-move*.
- b. Pemalsuan citra dideteksi dengan teknik berbasis non-blok.
- c. Algoritma yang digunakan *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*.
- d. Tipe gambar yang digunakan dalam pengujian adalah berekstensi jpg.
- e. Dalam penelitian ini dataset yang akan digunakan berasal dari webiste *Friedrich-Alexander Universitat Erlangen-nurnberg*.
- f. Komparasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini dari segi persentase akurasi dan *performance*.
- g. Jenis transformasi yang akan diterapkan dalam penelitian ini adalah perubahan dari :
  - Tanpa transformasi
  - Skala
  - Rotasi
  - Kecerahan



- Blur

h. Jumlah data set yang akan digunakan sebanyak 50 gambar

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Dengan dilakukan penelitian mengenai komparasi algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*, tujuan yang dicapai pada penelitian ini antara lain:

- a. Mengetahui rata-rata persentase akurasi dan kecepatan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*.
- b. Mengetahui rata-rata persentase akurasi dan kecepatan algoritma *Speed Up Robust Feature* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*.
- c. Mengetahui besar perbandingan rata-rata persentase akurasi dan kecepatan antara algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*.

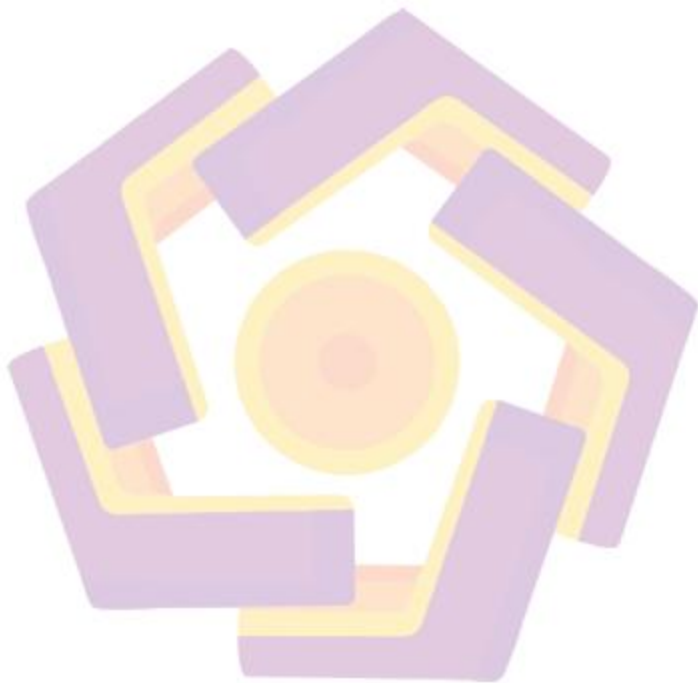
#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. Mendeteksi pemalsuan citra dengan menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*.
- b. Mengetahui rata-rata persentase kebenaran dan kecepatan antara algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*.



- c. Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan mengatasi kekurangan yang ada di masing-masing algoritma.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini menggunakan beberapa referensi sumber pustaka yang berasal dari penelitian sebelumnya yang membahas tentang deteksi pemalsuan citra. Pustaka yang relevan pada penelitian ini ditinjau dari sisi algoritma yang digunakan. Kasus penelitian yang akan dilakukan adalah membandingkan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*.

Penelitian mengenai deteksi pemalsuan citra dengan menerapkan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* pernah dilakukan oleh Wahyu Restuti Tresnaningsih, dkk, (2016) yang berjudul "Deteksi Pemalsuan Citra *Copy-Move* Menggunakan *Dyadic Wavelet* dan *Scale Invariant Feature Transform*". Dalam penelitian ini membangun sebuah aplikasi yang bertujuan untuk mendeteksi pemalsuan *copy-move* pada citra digital dengan menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) untuk proses dekomposisi citra dan menggunakan *Scale Invariant Feature Transform* sebagai proses ekstraksi fitur lokal.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan menggunakan 10 citra tanpa pemalsuan *copy-move* berhasil mendeteksi dengan benar citra masukan sebagai citra asli. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan 22 citra pemalsuan *copy-move* dengan perubahan rotasi sebesar 10°, 20°, 30° dan 40°, serta

perubahan skala dengan faktor skala horizontal sebesar 1.2, 1.3, dan 1.4, dan faktor skala vertikal sebesar 1.2 dan 1.3, berhasil mendeteksi dengan benar citra masukan sebagai citra palsu. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan 10 citra pemalsuan *copy-move* yang berasal dari internet dan dokumentasi pribadi dengan perubahan rotasi sebesar  $45^\circ$  dan perubahan skala dengan faktor skala horizontal dan vertikal sebesar 0.8 dan 1.3, berhasil mendeteksi dengan benar citra masukan dengan citra palsu.

Gong Jiachang, dkk, (2016) melakukan penelitian yang berjudul "*Image Copy-Move Forgery Detection Using SURF in Opponent Color Space*". Pada penelitian ini Gong Jiachang, dkk menggunakan algoritma *Speed Up Robust Feature* untuk deteksi pemalsuan citra *copy-move*. Transformasi yang dilakukan pada daerah yang ditempelkan dengan menggunakan Adobe Photoshop adalah daerah yang disalin akan ditempelkan ke wilayah lain tanpa operasi lain, gambar diproses oleh kompresi JPEG ([60,70,80, Q 90,95,100]), gambar *copy-move* polos terkontaminasi dengan *additive white Gaussian noise* (SNR = [20dB,30dB,40dB,50dB,60dB,70dB]), kecerahan wilayah yang digandakan dimodulasi dengan faktor = [150, 100, i - 50,50,100,150], wilayah yang ditempelkan kabur dengan radius pixel  $r = [0,3,0,6,0,9,1,2,1,5,1,8]$ , wilayah yang ditempelkan diputar dengan sudut [30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°], daerah yang ditempelkan ditingkatkan ke atas atau ke bawah dengan faktor skala [80%, 90%, 110%, 120%, 130%, 140%].

Hasil dari penelitian ini adalah mengusulkan metode baru yang menggunakan SURF di *Opponent Color Space* untuk mengekstraksi fitur

geometri lokal dan invarian warna. Metode tersebut adalah OwsSURF. OwsSURF adalah kombinasi fitur geometris dan warna yang mengandalkan informasi warna untuk untuk mengekstrak *keypoints* ketika tekstur gambar menurun. Hasil evaluasi menunjukkan keakuratan OwsSURF dalam mendeteksi daerah yang di duplikasi dengan berbagai operasi pasca pemrosesan. OwsSURF beroperasi pada tiga saluran dengan informasi warna, yang mengakibatkan waktu perhitungan OwsSURF sedikit lebih lama daripada SURF.

Bin Yang, dkk, (2017) melakukan penelitian yang berjudul "*A copy-move forgery detection method based on CMFD-SIFT*". Penelitian ini menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* untuk deteksi pemalsuan citra *copy-move*. Transformasi yang dilakukan pada daerah yang ditempelkan adalah daerah yang disalin akan ditempelkan ke wilayah lain tanpa operasi lain, daerah duplikat secara acak ditingkatkan ke atas / bawah dengan faktor skala  $s \in [0,2,3,0]$ , wilayah yang duplikat di diputar dengan sudut  $\theta \in (1^\circ, 359^\circ)$ , intensitas wilayah yang diduplikasi telah memodulasi dari 50% hingga 150% dari nilai-nilai asli, gaussian buram, dan wilayah yang diduplikat lebih dari dua. Hasil dari eksperimen yang telah dilakukan menunjukkan bahwa algoritma SIFT dapat mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* secara akurat, mampu mengatasi masalah kurangnya *keypoint* dengan menggunakan strategi distribusi *keypoint* untuk pemilihan *keypoint*.

Zaki Hamizan dan Raden Sumihart, (2017) melakukan penelitian yang berjudul "*Sistem Pentautan Citra Udara Menggunakan Algoritme SURF dan Metode Reduksi Data*". Pada penelitian ini dibuat sistem yang mampu mentautkan citra udara dengan tampilan citra terbatas, menjadi sebuah keluaran



yang menghasilkan tampilan citra dengan cakupan area yang lebih luas. Sistem yang dirancang membutuhkan dua buah masukan citra pada setiap prosesnya. Citra pertama merupakan citra uji yang diatur sedemikian sehingga dapat dilakukan pengujian sedangkan citra kedua merupakan citra acuan yang ukuran dan bentuknya tidak dirubah. Kedua citra udara yang selesai diakuisisi akan ditemukan keypoint dari masing-masing citra dengan algoritme SURF. Jumlah keypoint yang terdeteksi akan dieliminasi sebagian dengan metode reduksi data. Setelah jumlah keypoint citra sudah tereduksi, dilakukan proses deskripsi keypoint untuk dicocokkan dengan kedua citra udara. Setelah proses tersebut selesai maka hasil pencocokkan akan menjadi acuan untuk melakukan pentautan kedua citra.

Berdasarkan hasil pengamatan, pengujian dan analisis pada hasil-hasil yang diperoleh, kesimpulan yang dapat diambil adalah proses pentautan citra tetap dapat dikerjakan dengan reduksi jumlah *keypoint* citra hingga 90% dari jumlah awal *keypoint*, metode reduksi data dapat mengurangi waktu komputasi dengan rata-rata 39,41% dari waktu komputasi tanpa metode reduksi data, dan nilai radius minimal yang optimum berada pada rentang 40 hingga 100 piksel.

Dumash Resi Anggoro, dkk, (2017) melakukan penelitian yang berjudul "Pengenalan Wajah Menggunakan Raspberry dengan Menggunakan Metode Histogram Equalization dan Image Matching". Pada penelitian ini, alat yang digunakan adalah mini PC dengan platform Raspberry Pi dan metode yang digunakan untuk pengujian ini adalah Histogram Equalization dan algoritma SIFT (*Scale-Invariant Feature Transform*). Cara kerja algoritma yaitu dengan



mengubah gambar menjadi histogram dan menyamakan wajah dengan menggunakan *keypoint* SIFT sebagai acuan untuk menentukan kecocokan pada suatu gambar. Percobaan pengujian dilakukan dengan memasukan inputan gambar dan kemudian dicocokkan pada template yang disediakan.

Hasil dari analisis berupa *keypoint* yang didapat untuk menentukan cocok atau tidak gambar wajah antar input dan template yang diuji. Hasil dari penelitian ini adalah sistem tidak cocok untuk mengenali wajah dengan kondisi wajah yang disamarkan, perbedaan pengaturan jarak, perbedaan pengaturan cahaya. Pada sistem ini resolusi yang baik digunakan untuk proses pengenalan wajah ini yaitu dengan resolusi 320x240. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak maksimal untuk sistem mengenali wajah yaitu dengan jarak 120cm, dan sistem ini dapat mengenali gambar wajah dengan baik dengan intensitas cahaya diantara 40 hingga 60.

Choudhary Shyam Prakash, dkk, (2018) melakukan penelitian yang berjudul "*Detection Of Copy-Move Image Forgery With Efficient Block Representation And Discrete Cosine Transform*". Penelitian ini menggunakan teknik *block-based* berdasarkan blok melingkar dan *Discrete Cosine Transform* dengan lebih sedikit vektor fitur. Untuk mengekstrak fitur dari setiap blok, transformasi DCT digunakan pada setiap blok. Kemudian, fitur ini diwakili menggunakan blok lingkaran untuk mengurangi dimensi vektor fitur.. Vektor fitur diekstraksi kemudian digunakan untuk proses pencocokan untuk menemukan daerah dimanipulasi. Pengujian dilakukan dengan menguji ketahanan vektor fitur, AWGN untuk berbagai tingkat *various signal to noiseratio*(SNR), kompresi

*Gaussian blurring*, JPEG pada faktor kualitas yang berbeda diterapkan dan memperoleh koefisien korelasi 1 yang menggambarkan kekokohan metode yang diusulkan. Hasil dari penelitian ini bahwa algoritma yang digunakan cukup efisien dan kuat untuk mendeteksi manipulasi *copy-move* dalam suatu gambar.

Mahmoud Emam, dkk (2017) melakukan penelitian yang berjudul "*A Robust Detection Algorithm for Image Copy-Move Forgery in Smooth Regions*". Penelitian ini menggunakan algoritma *Difference of Gaussians* (DoG). DOG merupakan pendekatan yang lebih baik dari *Laplacian of Gaussian* (LoG) karena jauh lebih cepat dalam perhitungannya. Untuk mengekstrak fitur-fitur deskriptif dan karenanya meningkatkan kinerja yang sesuai, *Multi-support Region Order-based Gradient Histogram* (MROGH) di adopsi. Hasil eksperimen menunjukkan kekokohan metode yang diusulkan terhadap manipulasi yang berbeda seperti polos, rotasi, skala dan kebisingan aditif. Selain itu, dapat mendeteksi pemalsuan wilayah duplikat dari daerah halus. Namun, masih perlu perbaikan untuk meningkatkan kinerja dalam hal tingkat *recall*.

## 2.2. Keaslian Penelitian

Tabel 2. 1. Matriks literatur review dan posisi penelitian  
 Komparasi Algoritma *Scale Invariant Feature Transform* Dan Algoritma *Speed Up Robust Feature* untuk Mendeteksi Pemalsuan Citra *Copy-Move*

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
1	Deteksi Pemalsuan Citra <i>Copy Move</i> Menggunakan <i>Dyadic Wavelet</i> Dan <i>Scale Invariant Feature Transform</i>	R. Balamurali dan A. Chandrasekar, Springer Science+Business Media, 2017	Mendeteksi konten dewasa pada citra dengan menggunakan lebih dari satu parameter	Dapat dilakukan filtering pada citra yang mengandung konten dewasa. Salah satu cara dalam filter adalah dengan menggunakan metode YCbCr untuk mendeteksi kulit tubuh manusia.	Karena banyaknya metode yang digunakan maka urutan proses untuk mendeteksi sebuah citra menjadi lebih panjang jika dibandingkan dengan menggunakan satu algoritma.	Penelitian yang dilakukan hanya menggunakan satu metode algoritma sehingga prosesnya akan lebih cepat dan akan dibuat prototype sehingga dapat dilakukan pengembangan.
2	<i>Image Copy-Move Forgery Detection Using SURF in Opponent Color Space</i>	Gong Jiachang, Guo Jichang, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016	Mendeteksi pemalsuan citra <i>copy-move</i> di <i>Opponent Color Space</i> menggunakan algoritma SURF	Hasil dari penelitian ini adalah mengusulkan metode baru yang menggunakan SURF di <i>Opponent Color Space</i> untuk mengekstraksi fitur geometri lokal dan invarian warna. Metode tersebut adalah OwSURF.	Waktu yang dibutuhkan untuk perhitungan sedikit lebih lama jika dibandingkan dengan SURF.	Penelitian yang akan dilakukan menggunakan algoritma SIFT dan SURF dan akan dilakukan komparasi dari segi ketepatan dan kecepatan.

Tabel 2.1. Matriks literatur review dan posisi penelitian  
 Komparasi Algoritma *Scale Invariant Feature Transform* Dan Algoritma *Speed Up Robust Feature* untuk Mendeteksi Pemalsuan Citra *Copy-Move* (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
3	<i>A copy-move forgery detection method based on CMFD-SIFT</i>	Bin Yang, Xingming Sun, Honglei Guo, Zhihua Xia, Xiany Chen, Springer Science+Business Media New York, 2017	Mendeteksi pemalsuan citra <i>copy-move</i> dengan Memodifikasi teknik SIFT (dinamakan sebagai CMFD-SIFT) yang lebih di khususkan untuk CMFD.	Hasil dari eksperimen yang telah dilakukan menunjukan bahwa algoritma CMFD-SIFT dapat mendeteksi pemalsuan citra <i>copy-move</i> secara akurat, mampu mengatasi masalah kurangnya <i>keypoint</i> .	Penelitian ini melakukan perbandingan terhadap penelitian terdahulu, namun tidak diketahui apakah data yang digunakan dalam pengujian sama dengan data yang digunakan dalam penelitian terdahulu.	Penelitian yang akan dilakukan menggunakan algoritma SIFT dan SURF dan akan dilakukan komparasi dari segi ketepatan dan kecepatan.
4	Sistem Pentautan Citra Udara Menggunakan Algoritme SURF dan Metode Reduksi Data	Zaki Hamizan, Raden Sumiharto, IJEIS, 2017	Membuat sistem yang mampu mentautkan citra udara dengan tampilan citra terbatas menggunakan algoritme SURF dan metode reduksi data	kesimpulan yang dapat diambil adalah proses pentautan citra tetap dapat dikerjakan dengan reduksi jumlah <i>keypoint</i> citra hingga 90% dari jumlah awal <i>keypoint</i> , metode reduksi data dapat mengurangi waktu komputasi dengan rata-rata 39,41% dari waktu komputasi tanpa metode reduksi data, dan nilai radius minimal yang optimum berada pada rentang 40 hingga 100 piksel	Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap sistem pentautan citra udara menggunakan algoritme SURF dan metode reduksi data dengan menggunakan lebih dari dua citra masukan dan mengurangi peluang kegagalan pentautan citra dalam penerapan metode reduksi data	Penelitian difokuskan pada deteksi pemalsuan citra <i>copy-move</i> dan melakukan komparasi/perbandingan algoritma dengan teknik berbasis non-blok yaitu algoritma SIFT dan SURF.



Tabel 2.1. Matriks literatur review dan posisi penelitian  
 Komparasi Algoritma *Scale Invariant Feature Transform* Dan Algoritma *Speed Up Robust Feature* untuk Mendeteksi Pemalsuan Citra *Copy-Move* (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
5	Pengenalan Wajah Menggunakan Raspberry Dengan Menggunakan Metode Histogram Equalization Dan Image Matching	Dumash Resi Anggoro, Agus Virgono, Andrew Brian Osmond, e- <i>Proceeding of Engineering</i> , 2017	Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem menggunakan metode Histogram Equalization untuk meningkatkan informasi yang berguna pada gambar, dan menggunakan algoritma SIFT untuk proses pencocokan gambar.	Pada sistem ini resolusi yang baik digunakan untuk proses pengenalan wajah ini yaitu dengan resolusi 320x240. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak maksimal untuk sistem mengenali wajah yaitu dengan jarak 120cm, dan sistem ini dapat mengenali gambar wajah dengan baik dengan intensitas cahaya diantara 40 hingga 60	Sistem tidak cocok untuk mengenali wajah dengan kondisi wajah yang disamarkan, perbedaan pengaturan jarak, perbedaan pengaturan cahaya.	Penelitian difokuskan pada deteksi pemalsuan citra <i>copy-move</i> dan melakukan komparasi/perbandingan algoritma dengan teknik berbasis non-blok yaitu algoritma SIFT dan SURF.
6	<i>Detection of copy-move image forgery with efficient block representation and discrete cosine transform</i>	Choudhary Shyam Prakash, Sushila Maheshkar, Vikas Maheshkar, <i>Journal of Intelligent &amp; Fuzzy Systems</i> , 2018	Tujuan penelitian ini adalah menyajikan efisiensi dan kekuatan terhadap operasi pasca-pemrosesan untuk metode deteksi manipulasi <i>copy-move</i> berdasarkan <i>discrete cosine transform</i> (DCT) yang telah ditingkatkan.	Metode yang diusulkan mampu mendeteksi pemalsuan citra <i>copy-move</i> dengan berbagai perubahan seperti kontinasi <i>noise</i> , <i>blur</i> , dan duplikat lebih dari 2.	Transformasi yang dilakukan dalam pengujian tidak beragam.	Penelitian yang akan dilakukan menggunakan teknik <i>non block</i> .

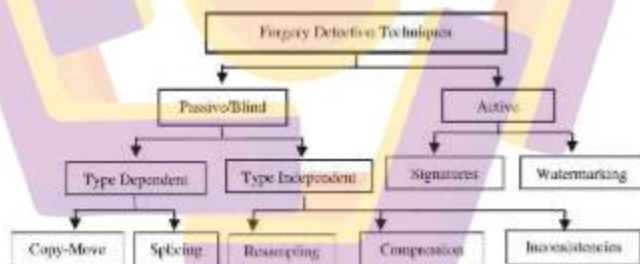
## 2.3. Landasan Teori

### 2.3.1. Citra (Image)

Citra digital merupakan salah satu cabang dari penyediaan informasi pada media digital yang menggunakan sarana seperti suara, grafika, animasi dan teks. Citra digital juga menyimpan informasi yang lebih banyak dan kompleks jika dibandingkan dengan teks. Dengan adanya citra digital suatu pesan akan lebih mudah dipahami dibandingkan jika hanya menggunakan teks saja (Taronisokhi Zebua dan Eferoni Ndruru, 2017:276)

### 2.3.2. Pemalsuan Citra Digital

Selama beberapa tahun terakhir, banyak cara yang telah digunakan untuk memodifikasi gambar digital. Dua jenis pemalsuan yang paling berbahaya adalah *Copy-move* dan *Splicing* (Asghar, Habib, and Hussain 2016).



Gambar 2. 1. Klasifikasi teknik deteksi pemalsuan citra (Asghar, 2016)

*Copy-move* adalah teknik perusakan photo yang paling populer dan umum karena mudah untuk dilakukan. Ini melibatkan menyalin beberapa wilayah gambar dan menempelkannya ke beberapa wilayah lain dalam gambar yang sama. Contoh pemalsuan citra *Copy-move* ditunjukkan pada gambar 2.2.





Gambar 2. 2. Gambar asli (kiri), merusak gambar dengan teknik copy-move (kanan) (Asghar, 2016)

Jenis pemalsuan citra yang kedua adalah *Image Splicing*. Jenis pemalsuan ini melibatkan penggabungan dua atau lebih gambar, mengubah gambar asli secara signifikan untuk menghasilkan gambar yang di palsukan. Ketika gambar dengan latar belakang berbeda digabungkan, menjadi sangat sulit untuk membuat perbatasan agar tidak terlihat sudah dimanipulasi. Contoh *Image Splicing* ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Image Spicing (Yao, 2016)

### 2.3.3. Scale Invariant Feature Transform

*Scale Invariant Feature Transform* adalah sebuah algoritma dalam *computer vision* untuk mendeteksi dan mendeskripsikan fitur lokal dalam gambar (Tresnaningsih, 2017). SIFT dipublikasikan oleh David Lowe pada tahun 1999.

Dengan menggunakan SIFT, suatu citra akan diubah menjadi vektor fitur lokal yang kemudian digunakan sebagai pendekatan dalam mendeteksi maupun mengenali objek yang dimaksud melalui titik-titik point atau keypoint.

Langkah-langkah utama pada algoritma SIFT (Tresnaningsih, 2017), yaitu:

a. Deteksi Ruang Skala Ekstrema

Pada Algoritma SIFT digunakan fungsi *Gaussian blur* untuk membangun ruang skala sehingga disebut ruang skala *Gaussian*.

$$L(x,y,\sigma) = G(x,y,\sigma) * I(x,y) \quad (1)$$

Keterangan:

- $L(x,y,\sigma)$  adalah ruang skala hasil konvolusi dari citra asli  $I(x,y)$  dengan Gaussian filter  $G(x,y,\sigma)$  pada skala  $\sigma$ .
- $G(x,y,\sigma)$  adalah Gaussian filter diperoleh dari  $\frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$
- $I(x,y)$  adalah citra masukan dengan koordinat piksel
- $*$  adalah operasi konvolusi
- $\sigma$  adalah faktor ruang skala atau perbedaan distribusi normal Gaussian.

Setelah mendapatkan ruang skala *Gaussian* langkah selanjutnya adalah membentuk *Difference of Gaussian* (DOG) yang dihitung dengan cara:

$$D(x,y,\sigma) = L(x,y,k\sigma) - L(x,y,\sigma) \quad (2)$$

Keterangan:

- $L(x,y,k\sigma)$  adalah konvolusi dari citra asli  $I(x,y)$  dengan *Gaussian* filter  $G(x,y,k\sigma)$  pada skala  $\sigma$  dengan nilai  $k=\sqrt{2}$

- $L(x,y,\sigma)$  adalah konvolusi dari citra asli  $I(x,y)$  dengan Gaussian filter  $G(x,y,\sigma)$  pada skala  $\sigma$

b. Lokasi *Keypoint*

Pemilihan *keypoint* dari ekstrema dilakukan dengan menghapus titik-titik disepanjang tepi citra atau titik-titik berkontras rendah yang tidak stabil terhadap variasi citra. Dengan menggunakan *ekspansi Taylor* fungsi ruang skala,  $D(x,y,\sigma)$ , yang digeser sehingga titik sampel berasal dari rumus berikut:

$$D(x) - D + \frac{\partial D}{\partial x} x + \frac{1}{2} x^T \frac{\partial^2 D}{\partial x^2} x \quad (3)$$

Keterangan:

- $x = (x,y,\sigma)^T$  adalah titik tengah dari titik sampel

Nilai fungsi pada ekstrema pada ekstrema  $D(x)$  sangat baik untuk menghapus nilai ekstrema yang tidak stabil dan berkontras rendah, yang dirumuskan berikut:

- $x = (x,y,\sigma)^T$  adalah titik tengah dari titik sampel

Nilai fungsi pada ekstrema pada ekstrema  $D(x)$  sangat baik untuk menghapus nilai ekstrema yang tidak stabil dan berkontras rendah, yang dirumuskan berikut:

$$D(x) - D + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 D}{\partial x^2} x \quad (4)$$

Keterangan:

- $x$  adalah turunan yang diambil dari fungsi 2.5 terhadap  $x$ , dimana  $x$  adalah nol,

$$x = \frac{\partial^2 D - \frac{\partial D}{\partial x}}{\partial x^2} \quad (5)$$

Selanjutnya untuk menghapus respon tepi dari operator DOG digunakan matriks Hessian,  $\mathbf{H}$ , orde dua.

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} D_{xx} & D_{xy} \\ D_{xy} & D_{yy} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Dimana  $D$  diperkirakan dengan mengambil perbedaan titik sampel ketetangaan

Kita juga dapat menghitung jumlah trace dan determinant dari matriks

Hessian dengan cara:

$$\text{Tr}(\mathbf{H}) = D_{xx} + D_{yy} = \alpha + \beta \quad (7)$$

$$\text{Det}(\mathbf{H}) = D_{xx}D_{yy} - (D_{xy})^2 = \alpha\beta \quad (8)$$

$$\frac{\text{Tr}(\mathbf{H})^2}{\text{Det}(\mathbf{H})} = \frac{(\alpha+\beta)^2}{\alpha\beta} = \frac{(r\beta+\beta)^2}{r\beta^2} = \frac{(r+1)^2}{r} \quad (9)$$

Keterangan:

$\alpha$  - small eigenvalue

$\beta$  - large eigenvalue

$r$  - rasio antara  $\beta$  dan  $\alpha$  ( $r = \beta/\alpha$ )

Titik fitur yang dihasilkan harus memenuhi persamaan di 9, jika tidak maka akan dieliminasi.

$$\frac{\text{Tr}(\mathbf{H})^2}{\text{Det}(\mathbf{H})} < \frac{(r+1)^2}{r} \quad (10)$$

### c. Penempatan Orientasi

Untuk mendapatkan rotasi yang tidak berubah, setiap keypoint ditempatkan dalam suatu orientasi. Untuk setiap Gaussian sampel citra yang

dihaluskan,  $L(x,y)$ , besarnya gradient,  $m(x,y)$ , dan orientasi,  $\theta(x,y)$ , dihitung menggunakan perbedaan piksel :

$$m(x,y) = \sqrt{(\mathbf{L}(x+1,y) - \mathbf{L}(x-1,y))^2 + (\mathbf{L}(x,y+1) - \mathbf{L}(x,y-1))^2} \quad (11)$$

$$\theta(x,y) = \tan^{-1} \frac{\mathbf{L}(x+1,y) - \mathbf{L}(x-1,y)}{\mathbf{L}(x,y+1) - \mathbf{L}(x,y-1)} \quad (12)$$

Arah Gradien dari titik -titik fitur dihitung menggunakan histogram gradien berorientasi. Puncak histogram orientasi mewakili arah dominan dari gradien lokal.

#### d. Pembangkitan Deskriptor *Keypoint*

Nilai histogram orientasi pada bidang citra dan ruang skala membentuk deskriptor. Dengan histogram larik 4x4 dan masing-masing 8 tempat orientasi, hasil 4x4x8 = 128 elemen vektor fitur.

#### 2.3.4. Speed Up Robust Feature

Secara umum algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki empat langkah utama: *Hessian Matrix* berbasis point deteksi yang masih pada ruang skala, *Interest Point Localization*, *orientation segment* dan deskriptor berdasarkan jumlah respon dari Haar wavelet (Siddik, 2016).

Matiks Hessian digunakan sebagai deskriminan untuk mencari nilai maksimal. Untuk setiap point  $X=(x, y)$  didalam gambar  $I$ , Hessian Matriks  $H(X, \sigma)$  didalam  $X$  pada skala  $\sigma$  didefinisikan seperti pada rumus dibawa ini.

$$H(X, \sigma) = \begin{vmatrix} \mathbf{L}_{xx}(X, \sigma) & \mathbf{L}_{xy}(X, \sigma) \\ \mathbf{L}_{xy}(X, \sigma) & \mathbf{L}_{yy}(X, \sigma) \end{vmatrix} \quad (13)$$



Dimana  $L_{xx}(X,\sigma)$  adalah konvolusi dari turunan kedua Gaussian dari citra  $I$  pada titik  $X$  dan sama untuk  $L_{xy}(X,\sigma)$  dan  $L_{yy}(X,\sigma)$ . kemudian aproksimasi dari hasil konvolusi dinyatakan sebagai  $D_{xx}$ ,  $D_{yy}$ , dan  $D_{xy}$  sehingga determinan dari matriks Hessian adalah  $\det(H_{approx}) = D_{xx}D_{yy} - (D_{xy})^2$ .

Kedua, Proses lokalisasi interest point dimulai dengan melakukan penetapan terhadap nilai ambang untuk mendeteksi titik ekstrim dari matriks Hessian. Kemudian sebuah non maksimum dalam ukuran  $3 \times 3 \times 3$  neighborhood diterapkan untuk menghasilkan titik ekstrim. Hanya titik dengan nilai yang lebih besar dari 26 neighborhood lainnya yang dipilih sebagai feature point.

Ketiga, penentuan orientasi dimulai dari menghitung haar wavelet dalam arah  $x$  dan  $y$ . hasilnya dibobotkan dengan gaussian yang berpusat pada titik tersebut. Kemudian orientasi yang dominan ditentukan dengan menghitung jumlah semua hasil orientasi ukuran masing-masing neighborhood.

Keempat, penentuan deskriptor berdasarkan jumlah dari haar wavelet yang kemudian dilakukan ekstraksi dari descriptor tersebut dengan membangun wilayah persegi yang berpusat pada interest point dan orientasi di wilayah terseleksi sebelumnya.

### 2.3.5. Discrete Wavelet Transform (Dwt)

Transformasi wavelet telah diterima secara luas dalam pemrosesan sinyal dan kompresi gambar. Baru-baru ini komite JPEG telah merilis standar pengkodean gambar baru, JPEG-2000, yang didasarkan pada DWT. Transformasi wavelet menguraikan sinyal menjadi seperangkat fungsi basis. Fungsi-fungsi

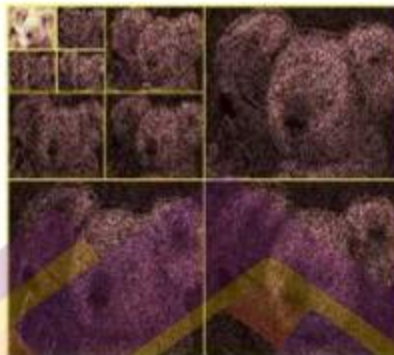
dasar ini disebut wavelet. Wavelet diperoleh dari prototipe wavelet tunggal yang disebut mother wavelet dengan pelebaran dan pemindahan (Gupta and Choubey 2008). DWT telah diperkenalkan sebagai metode yang sangat efisien dan fleksibel untuk dekomposisi sinyal sub band. 2D-DWT saat ini ditetapkan sebagai operasi utama dalam pemrosesan gambar. Ini adalah analisis multi-resolusi dan menguraikan gambar menjadi koefisien wavelet dan fungsi penskalaan. Dalam Discrete Wavelet Transform, energi sinyal berkonsentrasi ke koefisien wavelet tertentu. Karakteristik ini berguna untuk mengompres gambar (Gupta, D., 2015).

Wavelet mengubah gambar menjadi serangkaian wavelet yang dapat disimpan lebih efisien daripada blok piksel. Wavelet memiliki tepi yang kasar, mereka dapat membuat gambar lebih baik dengan menghilangkan "blockiness". Dalam DWT, representasi skala waktu dari sinyal digital diperoleh dengan menggunakan teknik penyaringan digital.

Sinyal yang akan dianalisis dilewatkan melalui filter dengan frekuensi cut-off yang berbeda pada skala yang berbeda. Mudah untuk mengimplementasikan dan mengurangi waktu komputasi dan sumber daya yang dibutuhkan. DWT 2-D dapat dilihat sebagai skema wavelet 1-D yang mentransformasikan sepanjang baris dan kemudian transformasi 1-D wavelet sepanjang kolom. DWT 2-D beroperasi dengan cara lurus ke depan dengan menyisipkan transposisi array antara dua DWT 1-D. Baris-baris array diproses terlebih dahulu dengan hanya satu tingkat dekomposisi. Ini pada dasarnya membagi array menjadi dua bagian vertikal, dengan bagian pertama menyimpan koefisien rata-rata, sedangkan bagian kedua vertikal menyimpan koefisien detail. Proses ini diulangi lagi dengan kolom,

menghasilkan empat sub-band dalam array yang ditentukan oleh output filter.

Pada gambar 2.4 menunjukkan dekomposisi 2-D DWT tiga tingkat gambar.



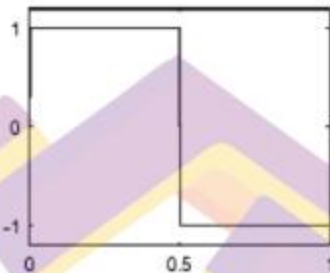
Gambar 2. 4. Dekomposisi 2-D DWT tiga tingkat

Gambar terdiri dari piksel yang tersusun dalam matriks dua dimensi, setiap piksel mewakili ekuivalen digital dari intensitas gambar. Dalam domain spasial, nilai piksel yang berdekatan sangat berkorelasi dan karenanya berlebihan. Untuk mengkompres gambar, redundansi yang ada di antara piksel ini perlu dihilangkan. Prosesor DWT mengubah piksel domain spasial menjadi informasi domain frekuensi yang direpresentasikan dalam beberapa sub-band, mewakili skala waktu dan titik frekuensi yang berbeda. Salah satu fitur menonjol dari standar JPEG2000, memberikan skalabilitas resolusi, adalah penggunaan 2D-DWT untuk mengubah sampel gambar menjadi bentuk yang lebih kompresibel. Standar JPEG 2000 mengusulkan tahap transformasi wavelet karena menawarkan kinerja tingkat / distorsi ( $R / D$ ) yang lebih baik daripada DCT tradisional

#### A. Haar Transform

Fungsi Haar telah digunakan dari tahun 1910 ketika mereka diperkenalkan oleh matematikawan Hongaria Alfred Haar (Gupta and Choubey 2008). Wavelet

Haar adalah diskontinyu, dan menyerupai fungsi langkah. Ini mewakili wavelet yang sama dengan Daubechies db1. Haar menggunakan fungsi-fungsi ini untuk memberikan contoh sistem ortonormal untuk ruang fungsi persegi-integrable pada interval satuan  $[0,1]$ . Contoh Haar Wavelet dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Haar Wavelet

Untuk input yang diwakili oleh daftar angka, transformasi wavelet Haar dapat dianggap hanya memasang nilai input, menyimpan perbedaan dan melewati jumlah. Proses ini diulang secara rekursif, memasang jumlah untuk memberikan skala berikutnya, akhirnya menghasilkan perbedaan dan satu jumlah akhir. Haar Wavelet Transformation adalah bentuk kompresi sederhana yang melibatkan rata-rata dan perbedaan istilah, menyimpan koefisien detail, menghilangkan data, dan merekonstruksi matriks sedemikian rupa sehingga matriks yang dihasilkan mirip dengan matriks awal.

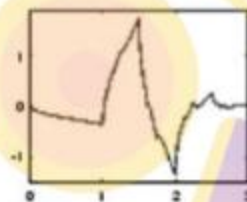
Haar wavelet adalah jenis wavelet yang paling sederhana. Dalam bentuk diskrit, wavelet Haar terkait dengan operasi matematika yang disebut transformasi Haar. Transformasi Haar berfungsi sebagai prototipe untuk semua transformasi wavelet lainnya. Seperti semua transformasi wavelet, transformasi Haar menguraikan sinyal diskrit menjadi dua sub-sinyal dengan panjang setengahnya.



Satu sub-sinyal adalah rata-rata berjalan atau tren; sub-sinyal lainnya adalah perbedaan atau fluktuasi yang sedang berjalan.

### B. *Daubechies Transform*

Ingrid Daubechies, salah satu bintang paling terang di dunia penelitian wavelet, menemukan apa yang disebut gelombang ortonormal yang didukung secara kompak - sehingga membuat analisis wavelet diskrit dapat dilakukan. Nama-nama gelombang *Daubechies Family* ditulis dbN, di mana N adalah urutannya, dan db adalah "surname" dari wavelet. Wavelet db1, seperti yang disebutkan di atas, sama dengan wavelet Haar. Contoh Daubechies Wavelet dapat dilihat pada gambar 2.6.

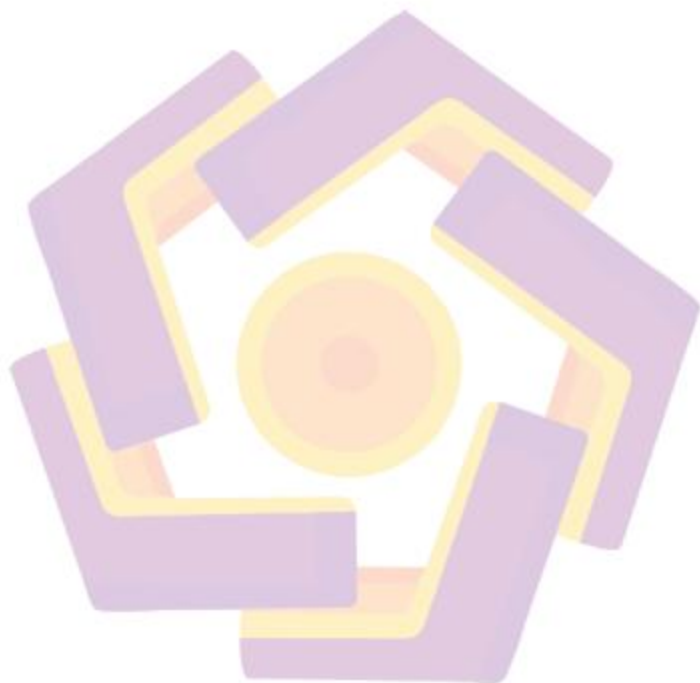


Gambar 2. 6. Daubechies Wavelet

Transformasi wavelet Daubechies didefinisikan dengan cara yang sama seperti transformasi wavelet Haar dengan menghitung rata-rata dan perbedaan yang berjalan melalui produk skalar dengan sinyal penskalaan dan wavelet, satu-satunya perbedaan di antara mereka adalah bagaimana sinyal dan wavelet penskalaan ini didefinisikan. Jenis wavelet ini memiliki respons frekuensi seimbang tetapi respons fase non-linear. Wavelet Daubechies menggunakan jendela yang tumpang tindih, sehingga spektrum koefisien frekuensi tinggi mencerminkan semua perubahan frekuensi tinggi. Oleh karena itu wavelet



Daubechies berguna dalam kompresi dan penghilangan derau dari pemrosesan sinyal audio.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian, dilakukan secara sistematis, dengan tahapan-tahapan metodologi sebagai berikut:

1. Studi pustaka

Penelitian dilakukan dengan melakukan studi kepustakaan, dengan mengumpulkan beberapa bahan referensi yang terkait dengan penelitian, baik melalui buku, artikel paper, jurnal, makalah, dan mengunjungi beberapa situs yang terdapat di ininternet terait dengan *image forensic*, *citra digital*, *deteksi keaslian image*, *algoritma processing image*, *forgery image*, *copy move*, *tampering image*, *citra digital*, *rotation*, *scala*, *keypoint* khususnya *algoritma* yang dapat mendeteksi kecocokan objek pada citra digital.

2. Persiapan alat dan bahan

Tahapan ini melakukan persiapan *tools* yang digunakan dalam melakukan analisis pendeteksi pemalsuan *image* menggunakan MATLAB. Dalam proses deteksi algoritma *Scale Invariant Feature Transform*, *library* yang digunakan adalah *siftwin32* dan algoritma *Speed Up Robust Feature* menggunakan *detectSURFFeatures* yang sudah tersedia di matlab. Image yang digunakan didapat dari website *Friedrich-Alexander Universitat Erlangen-nurnberg* dan membuat dataset sendiri menggunakan aplikasi *Adobe Photoshop*.

### 3. Pemodelan sistem

Memodelkan sistem untuk mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*, dengan mencari dan mencocokkan keypoint yang didapat pada image yang di analisis.

### 4. Pengujian

Tahapan ini melakukan pengujian dengan mencari persentase akurasi dan kecepatan proses pada masing-masing algoritma dan citra dikelompokan berdasarkan jenis transformasi pemalsuannya. Persentase akurasi didapat dari jumlah keypoint yang cocok pada bagian gambar yang telah dilakukan *copy move*. perhitungan dilakukan dengan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah kecocokan fitur yang sesuai}}{\text{jumlah kecocokan fitur}} \times 100\% \quad (14)$$

Untuk mendapatkan nilai kecepatan, citra akan diuji sebanyak 3 kali, lalu ketiga waktu tersebut akan dihitung rata-ratanya. Untuk mencari rata-rata kecepatan didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{rata - rata} = \frac{\text{jumlah nilai waktu pengujian (detik)}}{\text{jumlah data pengujian}} \quad (15)$$

### 5. Analisis hasil

Untuk mengetahui perbandingan antara algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*, hasil seluruh citra untuk persentase akurasi dan waktu kecepatan eksekusi akan dijumlahkan, lalu dihitung rata-ratanya.. Hasil akan di sajikan dalam bentuk tabel dan grafik garis.

## 6. Kesimpulan

Tahapan akhir yaitu penyampaian kesimpulan atas hasil dari penelitian ini yang telah dilakukan.

### 3.2. Metode Pengumpulan Data

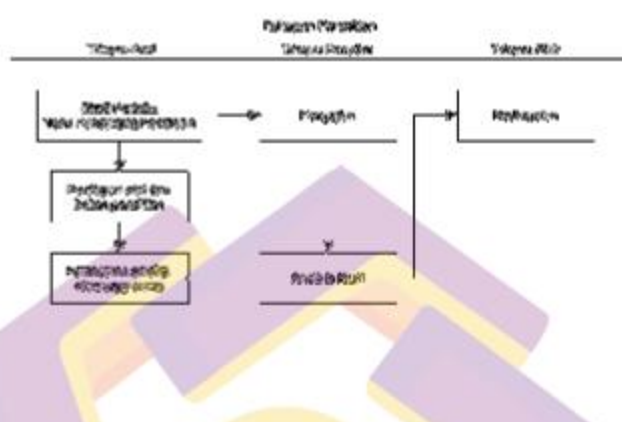
Dalam pelaksanaan penelitian mengenai deteksi manipulasi citra *copy-move* ini, tentunya dibutuhkan berbagai komponen pendukung untuk kelancaran penelitian. Salah satu komponen pendukung yang tidak bisa dipisahkan adalah data sebagai bahan uji coba. Salah satu bahan uji coba dalam penelitian ini menggunakan dataset dari webiste *Friedrich-Alexander Universitat Erlangen-nurnberg*.

Terdapat lebih dari 620 citra yang sudah di manipulasi *copy-move* dan 50 citra yang masih dalam keadaan original, namun citra manipulasi *copy-move* yang akan digunakan dalam pengujian hanya 50 citra, sedangkan dataset untuk manipulasi citra yang sudah dilakukan transformasi skala, rotasi, kecerahan, dan blur akan dibuat dataset dengan menggunakan aplikasi *adobe photoshop*.

### 3.3. Alur Penelitian

Ada beberapa tahapan dalam melakukan proses deteksi pemalsuan citra *copy-move*. Tahapan-tahapan tersebut secara garis besar dapat dilihat pada gambar 3.1. Pemodelan serta algoritma yang digunakan dalam penelitian ini mengambil referensi dari beberapa penelitian yang sudah ada sebelumnya dengan tambahan

pre-proses sebelum citra dilakukan ekstraksi dengan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*.



Gambar 3. 1. Tahapan Metode Penelitian

### 3.3.1. Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan kegiatan untuk mempelajari literatur-literatur dan teori yang mendukung dalam melakukan penelitian ini. Studi Pustaka dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai topik penelitian yang terkait dengan *image forensik*, citra digital, deteksi keaslian image, algoritma *processing image*, *forgery image*, *copy move*, *tampering image*, citra digital, *rotation*, *scala*, *keypoint* yang dapat bersumber dari dokumen, buku, paper, jurnal, laporan penelitian, artikel, atau bahan tertulis lainnya yang berupa teori, baik bersifat online source maupun offline source.



### 3.3.2. Persiapan Alat dan Bahan Penelitian

Untuk mendukung implementasi dalam penelitian ini diperlukan adanya perangkat keras dan perangkat lunak sebagai alat, berikut ini beberapa alat yang digunakan untuk melakukan penelitian:

- Processor A8-7410 APU with AMD Radeon R5 Graphics (4 CPU), ~2.2GHz
- Memory 4096 MB Ram
- Harddisk 500 GB
- Sistem Operasi Windows 10 pro 64-bit (10.0, Build 14393)
- Matlab 2010b
- Photoshop CS6 untuk membuat dataset tambahan.

### 3.3.3. Pemodelan Sistem

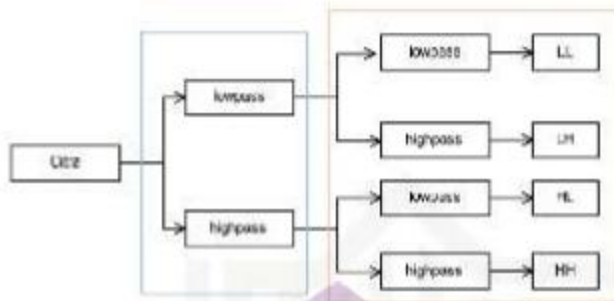
Pemodelan sistem untuk mendeteksi pemalsuan citra digital, menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*, dengan mencari dan mencocokkan *keypoint* yang didapat pada suatu *image*. Pada gambar 5, berikut ini *flowchart* dalam mendeteksi manipulasi citra digital *copy move* menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*.



Gambar 3. 2. Alur mendeteksi manipulasi citra copy move

Kaur dan Sharma mempersentasikan ide baru untuk menggabungkan Teknik berbasis non-blok dalam mendeteksi pemalsuan citra digital dengan dekomposisi citra pada komponen RGB. Ide yang diusulkan kuat terhadap operasi pasca-pemrosesan pada gambar yang sudah dimanipulasi seperti pengaturan kecerahan, skala, rotasi sudut dan kontaminasi *noise*.

Pada penelitian ini transformasi yang akan digunakan adalah *Discrete Wavelet Transform (DWT)*. Hasil dari dekomposisi ini adalah 4 sub citra dari citra asal, ke 4 sub citra ini berada di domain *wavelet*. Setiap sub berukuran  $\frac{1}{4}$  dari citra asli. Sub citra pada posisi kanan atas, kiri bawah, dan kanan bawah akan tampak seperti versi kasar dari citra asli karena berisi komponen frekuensi tinggi dari citra asli. Sedangkan untuk sub kiri atas seperti citra asli dan tampak lebih halus karena berisi komponen frekuensi rendah dari citra asal. *Wavelet* terdapat 2 filter yaitu *lowpass* dan filter *Highpass*. Dalam notasi matlab bagian rendah-lolos rendah (LL) disebut *Aproksimasi*, bagian lolos rendah-lolos tinggi (LH) disebut *detile Vertikal*, bagian lolos tinggi-lolos rendah (HL) disebut *Detile Horizontal* dan bagian lolos tinggi-lolos tinggi (HH) disebut *Detil Diagonal*. Dekomposisi wavelet dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3. Dekomposisi Wavelet

Dari ilustrasi diatas maka cara untuk memperoleh nilai LL, LH, HL, dan HH adalah sebagai berikut:

- LL (*Aproksimasi*) : Filter *lowpass* terhadap baris kemudian filter *lowpass* terhadap kolom.
- LH (*Detile Horizontal*): Filter *lowpass* terhadap baris kemudian filter *highpass* terhadap kolom.
- HL (*Detile Vertikal*): Filter *highpass* terhadap baris kemudian filter *lowpass* terhadap kolom.
- HH (*Detile Diagonal*): Filter *highpass* terhadap baris kemudian filter *highpass* terhadap kolom.

Dalam penelitian ini, hasil dekomposisi yang akan digunakan untuk proses selanjutnya adalah subband LL yang terlihat seperti citra asli dan tampak lebih halus karena berisi komponen frekuensi rendah dari citra asal. Ukuran citra menjadi  $\frac{1}{4}$  dari ukuran citra aslinya. Proses selanjutnya adalah melakukan ekstraksi fitur pada citra dengan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* menggunakan tool Matlab R2016a. Proses ekstraksi

fitur algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menggunakan *library* *siftWin32* dan *Speed Up Robust Feature* menggunakan *source code* *detectSURFFeatures* pada Matlab. Hasil dari proses ini adalah array pada citra, jumlah *keypoint* dan lokasi *keypoint* yang ada pada suatu citra. *keypoint* yang ada akan dilakukan pencocokan fitur atau mencari *keypoint* yang berpasangan. Jika ada *keypoint* yang sama, maka akan ditandai garis lurus. Hasil dari proses ini adalah tanda kecocokan fitur dan waktu eksekusi.

#### 3.3.4. Pengujian

Pengukuran akurasi dan *performance* suatu penelitian sangat penting hal ini dilakukan untuk mendapatkan informasi seberapa tinggi tingkat akurasi dan waktu proses dalam membandingkan beberapa algoritma. Begitu juga dengan penelitian ini untuk dapat melihat seberapa tinggi tingkat akurasi dari algoritma yang digunakan, maka akan dihitung persentase kepaluan pada suatu citra dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

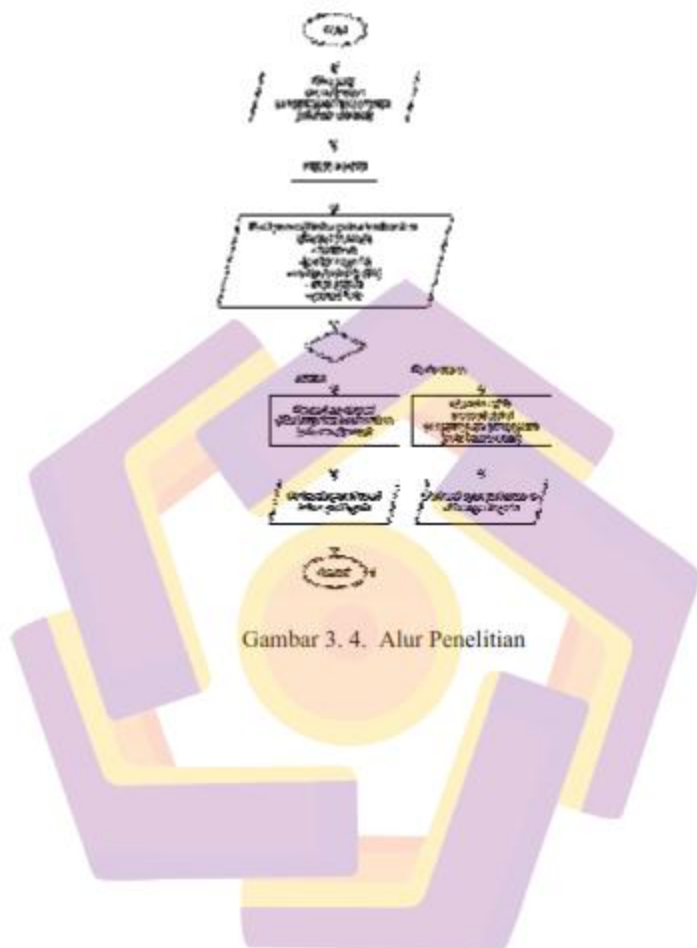
$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah kecocokan fitur yang sesuai}}{\text{jumlah kecocokan fitur}} \times 100\% \quad (1)$$

Untuk mendapatkan nilai kecepatan, citra akan diuji sebanyak 3 kali, lalu ketiga waktu tersebut akan dihitung rata-ratanya.

Untuk mencari rata-rata kecepatan didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{rata - rata} = \frac{\text{jumlah nilai waktu pengujian (detik)}}{\text{jumlah data pengujian}} \quad (16)$$

Alur Penelitian ditunjukkan pada gambar 3.4



Gambar 3. 4. Alur Penelitian



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Tahap Awal

Tahapan awal dalam proses penelitian yang dilakukan oleh penulis yaitu dengan melakukan studi literatur dari peneliti terdahulu. Studi literatur didapatkan dari jurnal ilmiah, sehingga diharapkan nantinya hasil algoritma yang didapatkan bisa diterapkan dalam proses deteksi pemalsuan citra *copy-move*. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan para peneliti terdahulu ada beberapa algoritma yang bisa digunakan untuk mendeteksi sebuah citra yang sudah dilakukan pemalsuan *copy-move*. Pada penelitian ini akan membandingkan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* dalam Mendeteksi Pemalsuan Citra *Copy-Move* dari segi akurasi dan kecepatan.

Pengumpulan dataset sebagai salah satu bahan ujicoba dalam penelitian ini digunakan dataset dari website *Friedrich-Alexander Universitat Erlangen-nurnberg* dan mengembangkan dataset secara mandiri menggunakan aplikasi *Adobe Photoshop*. Pengembangan dataset secara mandiri dibuat untuk citra yang telah dilakukan pemalsuan *copy-move* dan dilakukan transformasi di area yang dipalsukan. Dalam dataset ini terdapat 100 Citra yang sudah dilakukan pemalsuan *copy-move*, 100 citra yang belum dilakukan *copy-move*, dan 100 citra *threshold* pada area yang dilakukan pemalsuan.

#### 4.1. Pre-Processing

Tahap Pre-Processing dilakukan dengan memilih sebuah citra yang digunakan untuk dilakukan analisa. Citra yang telah dipilih selanjutnya dilakukan proses dekomposisi menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Tujuan dilakukannya dekomposisi adalah menguraikan gambar menjadi koefisien wavelet dan fungsi penskalaan. Dalam *Discrete Wavelet Transform*, energi sinyal berkonsentrasi ke koefisien *wavelet* tertentu. Karakteristik ini berguna untuk mengompres citra.

Salah satu contoh citra yang digunakan dalam proses dekomposisi adalah citra dalam dataset yang bernama *im13\_t.jpg* dengan ukuran 1024px X 768px. Gambar yang belum dilakukan pemalsuan *copy-move* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1. Citra sebelum dilakukan pemalsuan *copy-move*

Pada gambar diatas adalah citra asli yang belum dilakukan proses pemalsuan *copy-move*. Untuk gambar yang sudah dilakukan proses pemalsuan *copy-move*, dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2. Citra setelah dilakukan proses pemalsuan copy-move  
Adapun hasil gambar yang sudah dilakukan proses dekomposisi seperti pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3. Tampilan citra yang telah di dekomposisi

Dalam penelitian ini, hasil dekomposisi yang akan digunakan untuk proses selanjutnya adalah subband LL yang terlihat seperti citra asli dan tampak lebih halus karena berisi komponen frekuensi rendah dari citra asal. Ukuran citra menjadi  $\frac{1}{4}$  dari ukuran citra aslinya. Hasil subband LL seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4. Hasil dekomposisi subband LL

Tahap awal dalam proses dekomposisi sebuah citra dan mengambil subband LL telah selesai. Dalam tahap ini citra telah siap untuk dilakuakn proses ekstraksi fitur menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*, tahap ini akan dijelaskan dalam sub bab selanjutnya.

## 4.2. *Detection*

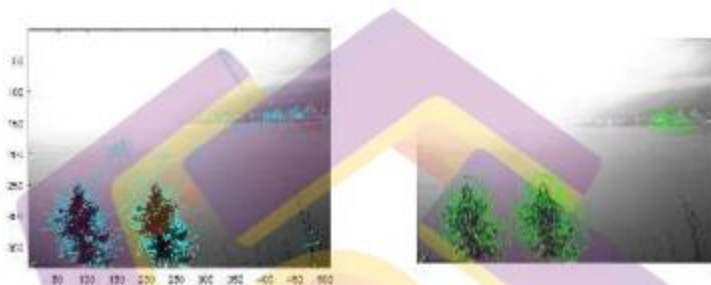
### 4.2.1. *Feature Extraction*

Dalam tahap ini citra yang sudah dilakukan proses dekomposisi dan mengambil subband LL akan dikonversi menjadi citra keabuan. Hasil dari konversi dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5. Hasil konversi menjadi citra keabuan

Hasil konversi citra keabuan akan dilakukan proses fitur ekstraksi menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature*. Proses fitur ekstraksi menggunakan *library* yang ada di *matlab*. Pada proses ini akan didapatkan jumlah dan lokasi *keypoint* yang ada pada citra. Hasil proses ekstraksi fitur dapat dilihat pada gambar 4.6.



(a). *Scale Invariant Feature Transform*      (b). *Speed Up Robust Feature*

Gambar 4. 6. Ekstraksi fitur

Jumlah *keypoint* yang diperoleh dengan menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* adalah sebagai berikut:

*Scale Invariant Feature Transform* – 518 *keypoint*

*Speed Up Robust Feature* – 104 *keypoint*



Setelah dilakukan proses ekstraksi fitur, maka tahap selanjutnya adalah melakukan proses pencocokan fitur atau mencari *keypoint* yang berpasangan. *Source code* matlab yang digunakan untuk proses pencocokan fitur adalah sebagai berikut:

```

matchedBoxPoints = templatePoints(boxPairs(:, 1), :);
matchedScenePoints = samplePoints(boxPairs(:, 2), :);
figure;imshow(imread(fileImage))
hold on

for n=1:size(matchedBoxPoints.Location,1)

    point1=round(matchedBoxPoints.Location(n,:)+template_coo
rdinate(1:2);
    point2=round(matchedScenePoints.Location(n,:)+sample_coo
rdinates(1:2);
    xy = [point1;point2];

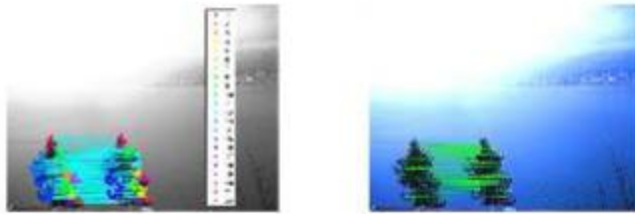
    plot(xy(:,1),xy(:,2),'LineWidth',1,'Color','green');

    plot(point1(1),point1(2),'.','LineWidth',1,'Color','red')
    ;
    plot(point2(1),point2(2),'.','LineWidth',1,'Color','yello
w');

    match = match + 1;
end
fprintf('match = %d ',match);

```

*Source code* diatas digunakan untuk mencari kecocokan fitur pada citra yang diteliti. Fitur yang cocok akan ditandai dengan garis lurus antar *keypoint*. Hasil dari *source code* diatas dapat dilihat pada gambar 4.7.



(a). *Scale Invariant Feature Transform* (b). *Speed Up Robust Feature*

Gambar 4. 7. Kecocokan fitur

Jumlah kecocokan fitur yang diperoleh dengan menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* adalah sebagai berikut:

*Scale Invariant Feature Transform* – 247 *keypoint*

*Speed Up Robust Feature* – 66 *keypoint*

Setelah dapatkan lokasi dan jumlah kecocokan fitur pada suatu citra, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis apakah *keypoint* yang berpasangan berada pada bagian citra yang dipalsukan. Untuk lokasi citra yang dipalsukan dapat dilihat pada citra treshold yang didapat dari dataset di website *Technische fakultat Departement Informatik*. citra treshold pemalsuan copy-move dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8. citra treshould pemalsuan *copy-move*

Berdasarkan hasil analisa gambar *treshould* dan hasil kecocokan fitur, maka didapatkan hasil kecocokan fitur yang sesuai dan berada di area citra yang dilakukan pemalsuan *copy-move*. Adapun hasil analisa yang didapatkan adalah sebagai berikut.

*Scale Invariant Feature Transform* – 247 *keypoint*

*Speed Up Robust Feature* – 66 *keypoint*

Setelah diperoleh kecocokan fitur yang sesuai, maka tahap selanjutnya adalah menghitung persentase kepalsuan pada suatu citra. Perhitungan persentase didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah kecocokan fitur yang sesuai}}{\text{jumlah kecocokan fitur}} \times 100\% \quad (17)$$

Dengan rumus perhitungan diatas, maka persentase kepalsuan yang ada pada citra *im13\_t.jpg* dengan menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* adalah sebagai berikut

$$\text{Scale Invariant Feature Transform} \frac{247}{247} \times 100\% = 100\% \quad (18)$$

$$\text{Speed Up Robust Feature} = \frac{247}{66} \times 100\% = 100\% \quad (19)$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan persentase kepalsuan pada citra im13\_t.jpg yang dideteksi dengan menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* sebesar 100% dengan kecocokan fitur yang sesuai sebanyak 247 *keypoint*, dan citra yang dideteksi dengan menggunakan algoritma *Speed Up Robust Feature* sebesar 100% dengan kecocokan fitur yang sesuai sebanyak 66 *keypoint*.

Proses diatas adalah menghitung persentase akurasi kepalsuan pada suatu citra. Tahap selanjutnya adalah menghitung rata-rata kecepatan pada masing-masing algoritma dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*. Untuk menampilkan waktu eksekusi pada matlab bisa menggunakan *source code tic*. Pengujian kecepatan dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap citra. Untuk mencari rata-rata kecepatan didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{rata - rata} = \frac{\text{jumlah nilai waktu pengujian (detik)}}{\text{jumlah data pengujian}} \quad (20)$$

Untuk waktu proses yang diperoleh algoritma *Scale Invariant Feature Transform* adalah sebagai berikut:

Pengujian 1 – 2,15 detik

Pengujian 2 – 2,74 detik

Pengujian 3 – 1,89 detik

Rata-rata waktu pengujian – 2,26 detik

Dengan data diatas, maka waktu rata-rata yang di peroleh algoritma *Scale Invariant Feature Transform* sebesar 2,26 detik. Untuk waktu proses yang diperoleh algoritma *Speed Up Robust Feature* adalah sebagai berikut:

Pengujian 1 – 1,04 detik

Pengujian 2 – 1,03 detik

Pengujian 3 – 1,19 detik

Rata-rata waktu pengujian – 1,087 detik

Proses diatas adalah pengujian persentase akurasi dan rata-rata kecepatan yang diperoleh menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* dengan menggunakan citra *im13\_t.jpg*. untuk pengujian dengan menggunakan 50 dataset citra yang telah dilakukan pemalsuan citra *copy-move* akan dibahas pada subbab selanjutnya.

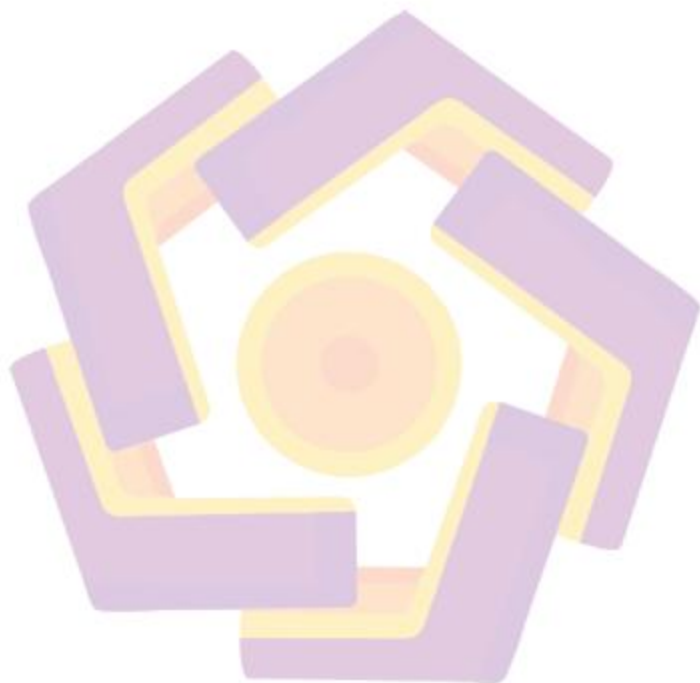
#### **4.3. Hasil Penelitian**

Pada tahap ini, dilakukan pengujian persentase akurasi dan waktu proses pada algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move*. Pengujian dikelompokan berdasarkan jenis transformasi pada area citra yang dipalsukan. Jenis transformasi yang terapkan dalam penelitian ini adalah tanpa transformasi, transformasi skala, transformasi rotasi, transformasi pencahayaan, dan transformasi blur.









### 4.3.1 Tanpa Transformasi

Pada pengujian ini, citra yang dipalsukan tidak mengalami transformasi sehingga area citra yang dipalsukan akan sama dengan area citra yang lain. Pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1.









Tabel 4. 1. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move tanpa transformasi

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
1		Jumlah Keypoint : 322 Kecocokan fitur : 64 Kecocokan fitur yang sesuai : 64 Persentase : 100% Waktu eksekusi :1,74 detik		Jumlah Keypoint :129 Kecocokan fitur : 20 Kecocokan fitur yang sesuai :20 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,92 detik
2		Jumlah Keypoint : 1825 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,26 detik		Jumlah Keypoint :425 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,74 detik
3		Jumlah Keypoint : 117 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 4 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,84 detik		Jumlah Keypoint :35 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,68 detik







Tabel 4.1. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* tanpa transformasi (lanjutan)

4		<p>Jumlah Keypoint : 2552                      Kecocokan fitur : 0                      Kecocokan fitur yang sesuai : 0                      Persentase : 0%                      Waktu eksekusi : 4,74 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint : 846                      Kecocokan fitur : 0                      Kecocokan fitur yang sesuai : 0                      Persentase : 0%                      Waktu eksekusi : 0,62 detik</p>
5		<p>Jumlah Keypoint : 1959                      Kecocokan fitur : 2                      Kecocokan fitur yang sesuai : 2                      Persentase : 100%                      Waktu eksekusi : 3,62 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint : 505                      Kecocokan fitur : 2                      Kecocokan fitur yang sesuai : 2                      Persentase : 100%                      Waktu eksekusi : 0,64</p>
6		<p>Jumlah Keypoint : 486                      Kecocokan fitur : 41                      Kecocokan fitur yang sesuai : 41                      Persentase : 100%                      Waktu eksekusi : 1,24 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint : 159                      Kecocokan fitur : 38                      Kecocokan fitur yang sesuai : 36                      Persentase : 94,73%                      Waktu eksekusi : 0,80 detik</p>

Tabel 4.1. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* tanpa transformasi (lanjutan)

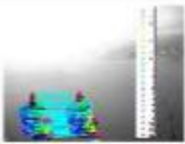


7		Jumlah Keypoint : 3420 Kecocokan fitur : 130 Kecocokan fitur yang sesuai : 130 Persentase :100% Waktu eksekusi :9,18 detik		Jumlah Keypoint :972 Kecocokan fitur : 50 Kecocokan fitur yang sesuai : 50 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,97 detik
8		Jumlah Keypoint : 463 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,41		Jumlah Keypoint :203 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,63 detik
9		Jumlah Keypoint : 1522 Kecocokan fitur : 243 Kecocokan fitur yang sesuai : 243 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,21		Jumlah Keypoint :549 Kecocokan fitur : 112 Kecocokan fitur yang sesuai : 110 Persentase :98,21% Waktu eksekusi :1,61 detik

Tabel 4.1. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* tanpa transformasi (lanjutan)

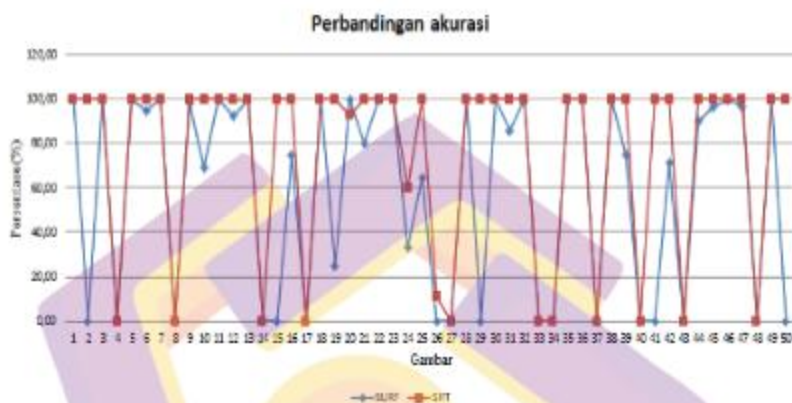
10		<p>Jumlah Keypoint :1281</p> <p>Kecocokan fitur : 15</p> <p>Kecocokan fitur yang sesuai : 15</p> <p>Persentase :100%</p> <p>Waktu eksekusi :1,67 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint :699</p> <p>Kecocokan fitur : 26</p> <p>Kecocokan fitur yang sesuai : 18</p> <p>Persentase :69,23%</p> <p>Waktu eksekusi :0,78 detik</p>
11		<p>Jumlah Keypoint : 518</p> <p>Kecocokan fitur : 111</p> <p>Kecocokan fitur yang sesuai : 111</p> <p>Persentase :100%</p> <p>Waktu eksekusi :1,27 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint :130</p> <p>Kecocokan fitur : 30</p> <p>Kecocokan fitur yang sesuai : 30</p> <p>Persentase :100%</p> <p>Waktu eksekusi :0,8 detik</p>
12		<p>Jumlah Keypoint : 1205</p> <p>Kecocokan fitur : 28</p> <p>Kecocokan fitur yang sesuai : 28</p> <p>Persentase :100%</p> <p>Waktu eksekusi :1,66 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint :584</p> <p>Kecocokan fitur : 26</p> <p>Kecocokan fitur yang sesuai : 24</p> <p>Persentase :92,30%</p> <p>Waktu eksekusi :0,79 detik</p>



Tabel 4.1. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* tanpa transformasi (lanjutan)

13		<p>Jumlah Keypoint : 518                      Kecocokan fitur : 248                      Kecocokan fitur yang sesuai : 248                      Persentase :100%                      Waktu eksekusi :2,26 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint :104                      Kecocokan fitur : 66                      Kecocokan fitur yang sesuai : 66                      Persentase :100%                      Waktu eksekusi :1,08 detik</p>
14		<p>Jumlah Keypoint : 2456                      Kecocokan fitur : 0                      Kecocokan fitur yang sesuai : 0                      Persentase :0%                      Waktu eksekusi :4,26 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint :1019                      Kecocokan fitur : 0                      Kecocokan fitur yang sesuai : 0                      Persentase :0%                      Waktu eksekusi :0,68 detik</p>
15		<p>Jumlah Keypoint : 1077                      Kecocokan fitur : 6                      Kecocokan fitur yang sesuai :6                      Persentase :100%                      Waktu eksekusi :1,54 detik</p>		<p>Jumlah Keypoint :454                      Kecocokan fitur : 2                      Kecocokan fitur yang sesuai : 0                      Persentase :0%                      Waktu eksekusi :0,66 detik</p>

Berdasarkan hasil uji pada table 4.1 terlihat bahwa ada perbedaan akurasi dan waktu eksekusi. Untuk persentase akurasi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9. Grafik persentase akurasi deteksi pemalsuan *copy-move* tanpa transformasi

Berdasarkan gambar 4.9, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* dalam mendeteksi pemalsuan citra ke 2 mendapatkan persentase 100% dan *Speed Up Robust Feature* mendapatkan persentase 0%. Algoritma *Speed Up Robust Feature* mampu mendeteksi 2 pasang *keypoint* dan *Scale Invariant Feature Transform* hanya mampu mendeteksi 1 pasang *keypoint*. Algoritma *Speed Up Robust Feature* mampu menghasilkan pasangan *keypoint* yang lebih banyak dibandingkan *Scale Invariant Feature Transform*, namun pasangan *keypoint* yang dihasilkan tidak berada di area citra yang telah dimanipulasi. Pada pengujian pemalsuan citra *copy-move* tanpa transformasi, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* mampu mendapatkan persentase 100% pada 35 citra dan algoritma *Speed Up Robust Feature* mampu mendapatkan persentase 100% pada 17 citra.

Ada beberapa citra yang hasil deteksinya menggunakan *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* sebesar 0%. Hal ini disebabkan karena area yang dimanipulasi *copy-move* sangat kecil dan area berada di kontras yang tinggi, sehingga *keypoint* yang ada di area yang di manipulasi *copy-move* tidak terdeteksi. Hasil rata-rata persentase akurasi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

*Scale Invariant Feature Transform* – 75,27%.

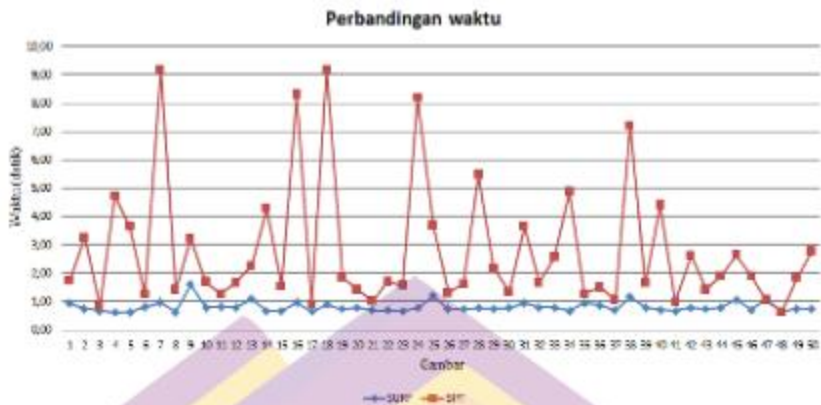
*Speed Up Robust Feature* – 58,95%.

Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan *Speed Up Robust Feature*.

Jumlah *keypoint* yang dihasilkan pada kedua algoritma tersebut juga beragam. Dari 50 citra yang diuji, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 69.811 titik. Untuk algoritma *Speed Up Robust Feature* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 25.354 titik. Berdasarkan hasil pengujian tanpa transformasi, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan jumlah *keypoint* yang paling banyak.

Jumlah pasangan *keypoint* yang dihasilkan pada algoritma *Scale Invariant Feature Transform* sebanyak 1.856 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 1.818 titik. Pada algoritma *Speed Up Robust Feature* pasangan *keypoint* yang dihasilkan sebanyak 976 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 828 titik.

Untuk waktu eksekusi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10. Grafik waktu eksekusi deteksi pemalsuan *copy-move* tanpa transformasi

Berdasarkan hasil uji waktu eksekusi deteksi pemalsuan *copy-move* tanpa transformasi, rata-rata waktu paling tinggi yang dibutuhkan untuk mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* terjadi pada gambar 7 dan gambar 18. Rata-rata waktu yang di butuhkan untuk deteksi pemalsuan citra *copy-move* menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* adalah 9,18 detik. Hal ini disebabkan karena jumlah *keypoint* yang dihasilkan pada gambar 7 dan gambar 18 dengan deteksi menggunakan *Scale Invariant Feature Transform* adalah yang paling tinggi. Pada gambar 7 jumlah *keypoint* yang hasilkan sebanyak 3.420 titik dan pada gambar 18 jumlah *keypoint* yang dihasilkan sebanyak 4.083 titik.

Hasil rata-rata waktu eksekusi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

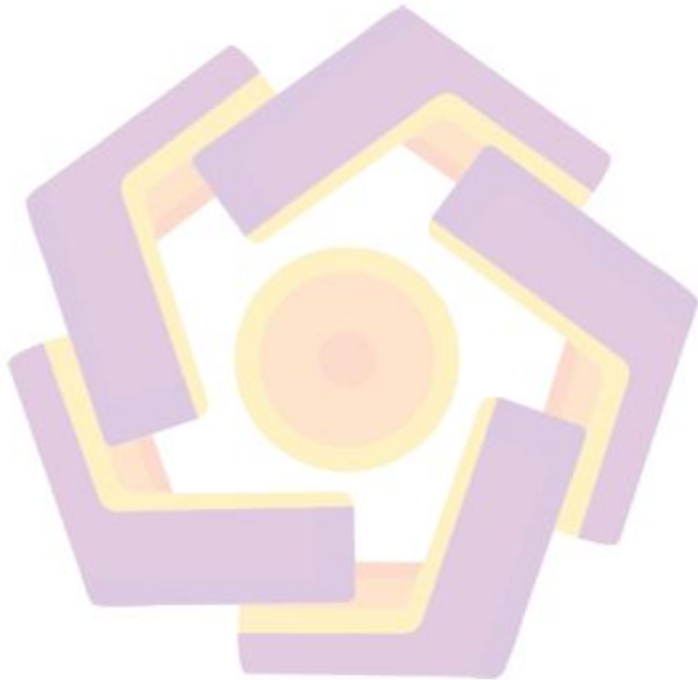
*Scale Invariant Feature Transform* – 2,78 detik .

*Speed Up Robust Feature* –0,81 detik .

Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki waktu eksekusi yang lebih cepat dibandingkan *Scale Invariant Feature Transform*.







#### 4.3.2 Transformasi Skala

Pada pengujian ini, are citra yang dipalsukan mengalami perubahan skala. Pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2.

















Tabel 4. 2. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move transformasi skala

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
1		Jumlah Keypoint : 327 Kecocokan fitur : 70 Kecocokan fitur yang sesuai : 70 Persentase : 100% Waktu eksekusi :1,28 detik		Jumlah Keypoint :157 Kecocokan fitur : 8 Kecocokan fitur yang sesuai :8 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,1 detik
2		Jumlah Keypoint : 1702 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,26 detik		Jumlah Keypoint :134 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1 detik
3		Jumlah Keypoint : 118 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 4 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,96 detik		Jumlah Keypoint :38 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,9 detik







Tabel 4.2. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi skala (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
4		Jumlah Keypoint : 2374 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :52 detik		Jumlah Keypoint :656 Kecocokan fitur : 8 Kecocokan fitur yang sesuai :8 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,62 detik
5		Jumlah Keypoint : 1784 Kecocokan fitur : 12 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :16,67% Waktu eksekusi :3,48 detik		Jumlah Keypoint :997 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 4 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,9
6		Jumlah Keypoint : 471 Kecocokan fitur : 41 Kecocokan fitur yang sesuai : 41 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,2 detik		Jumlah Keypoint :137 Kecocokan fitur : 36 Kecocokan fitur yang sesuai : 36 Persentase :94,73% Waktu eksekusi :0,80 detik

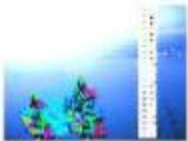





Tabel 4.2. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi skala (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
7		Jumlah Keypoint : 3236 Kecocokan fitur : 210 Kecocokan fitur yang sesuai : 130 Persentase :61,9 % Waktu eksekusi :9,18 detik		Jumlah Keypoint :779 Kecocokan fitur : 38 Kecocokan fitur yang sesuai : 38 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,97 detik
8		Jumlah Keypoint : 463 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,2 detik		Jumlah Keypoint :299 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,8 detik
9		Jumlah Keypoint : 1583 Kecocokan fitur : 242 Kecocokan fitur yang sesuai : 242 Persentase : 100% Waktu eksekusi :4 detik		Jumlah Keypoint :641 Kecocokan fitur : 58 Kecocokan fitur yang sesuai : 56 Persentase :96,55% Waktu eksekusi :1,5 detik

Tabel 4.2. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi skala (lanjutan)

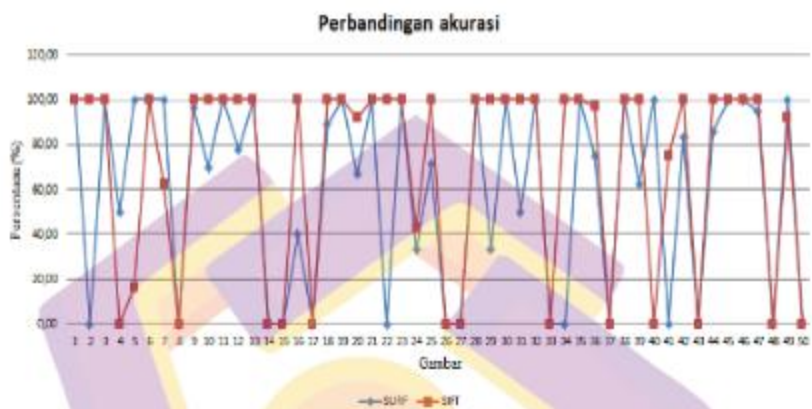
No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
10		Jumlah Keypoint :1232 Kecocokan fitur : 10 Kecocokan fitur yang sesuai : 10 Persentase :100% Waktu eksekusi :2 detik		Jumlah Keypoint :315 Kecocokan fitur : 20 Kecocokan fitur yang sesuai : 14 Persentase :70% Waktu eksekusi :1 detik
11		Jumlah Keypoint : 578 Kecocokan fitur : 90 Kecocokan fitur yang sesuai : 90 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,6 detik		Jumlah Keypoint :85 Kecocokan fitur : 12 Kecocokan fitur yang sesuai : 30 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,9 detik
12		Jumlah Keypoint : 1199 Kecocokan fitur : 32 Kecocokan fitur yang sesuai : 32 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,2 detik		Jumlah Keypoint :466 Kecocokan fitur : 18 Kecocokan fitur yang sesuai : 14 Persentase :77,77% Waktu eksekusi :1 detik

Tabel 4.2. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi skala (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
13		Jumlah Keypoint : 635 Kecocokan fitur : 256 Kecocokan fitur yang sesuai : 256 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,4 detik		Jumlah Keypoint :32 Kecocokan fitur : 28 Kecocokan fitur yang sesuai : 28 Persentase :100% Waktu eksekusi :1 detik
14		Jumlah Keypoint : 2483 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :4,7 detik		Jumlah Keypoint :1160 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,9 detik
15		Jumlah Keypoint : 1084 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai :0 Persentase :0 % Waktu eksekusi :0,8 detik		Jumlah Keypoint :430 Kecocokan fitur : 8 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1 detik



Berdasarkan hasil uji pada tabel 4.2 terlihat bahwa ada perbedaan akurasi dan waktu eksekusi. Untuk persentase akurasi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11. Grafik persentase akurasi deteksi pemalsuan *copy-move* transformasi skala

Berdasarkan gambar 4.11 pengujian pemalsuan citra *copy-move* dengan transformasi skala, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* mampu mendapatkan persentase 100% pada 30 citra dan algoritma *Speed Up Robust Feature* mampu mendapatkan persentase 100% pada 20 citra. Dibandingkan dengan pengujian tanpa transformasi, jumlah citra dengan persentase 100% algoritma *Scale Invariant Feature Transform* mengalami selisih 5 gambar lebih rendah dari 35 citra menjadi 30 citra. Algoritma *Speed Up Robust Feature* mengalami peningkatan jumlah citra dengan persentase 100% dari 17 citra menjadi 20 citra.

Hasil rata-rata persentase akurasi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

*Scale Invariant Feature Transform* – 69,53%.

*Speed Up Robust Feature* – 59,57%.

Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan *Speed Up Robust Feature*.

Jumlah *keypoint* yang dihasilkan pada kedua algoritma tersebut juga beragam. Dari 50 citra yang diuji, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 69.588 titik. Untuk algoritma *Speed Up Robust Feature* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 20.608 titik. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan transformasi skala, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan jumlah *keypoint* yang paling banyak.

Jumlah pasangan *keypoint* yang dihasilkan pada algoritma *Scale Invariant Feature Transform* sebanyak 1.864 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 1.728 titik. Pada algoritma *Speed Up Robust Feature* pasangan *keypoint* yang dihasilkan sebanyak 726 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 540 titik.

Untuk waktu eksekusi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.12.



Gambar 4. 12. Grafik waktu eksekusi deteksi pemalsuan *copy-move* transformasi skala.

Berdasarkan hasil uji waktu eksekusi deteksi pemalsuan *copy-move* tanpa transformasi, rata-rata waktu paling tinggi yang dibutuhkan untuk mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* terjadi pada gambar 18. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk deteksi pemalsuan citra *copy-move* menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* adalah 12,50 detik. Hal ini disebabkan karena jumlah *keypoint* yang dihasilkan pada gambar 18 dengan deteksi menggunakan *Scale Invariant Feature Transform* adalah yang paling tinggi. Pada gambar 18 jumlah *keypoint* yang dihasilkan sebanyak 4.004 titik.

Hasil rata-rata waktu eksekusi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

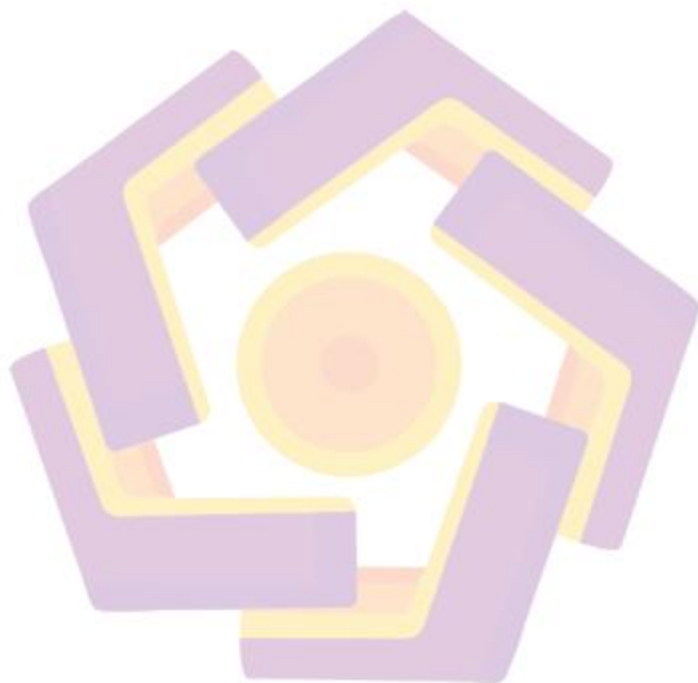
*Scale Invariant Feature Transform* – 2,98 detik .

*Speed Up Robust Feature* –1,01 detik.







Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki waktu eksekusi yang lebih cepat dibandingkan *Scale Invariant Feature Transform*.

#### **4.3.3 Transformasi Rotasi**

Pada pengujian ini, area citra yang dipalsukan mengalami perubahan rotasi dengan tingkat derajat secara acak. Pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3.









Tabel 4. 3. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move transformasi rotasi







No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
1		Jumlah Keypoint : 322 Kecocokan fitur : 64 Kecocokan fitur yang sesuai : 64 Persentase : 100% Waktu eksekusi :1,74 detik		Jumlah Keypoint :129 Kecocokan fitur : 20 Kecocokan fitur yang sesuai :20 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,92 detik
2		Jumlah Keypoint : 1825 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,26 detik		Jumlah Keypoint :425 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,74 detik
3		Jumlah Keypoint : 117 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 4 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,84 detik		Jumlah Keypoint :35 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,68 detik









Tabel 4.3. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi rotasi (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
4		Jumlah Keypoint : 2552 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :4,74 detik		Jumlah Keypoint :846 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai :0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,62 detik
5		Jumlah Keypoint : 1959 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,62 detik		Jumlah Keypoint :505 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,64
6		Jumlah Keypoint : 486 Kecocokan fitur : 42 Kecocokan fitur yang sesuai : 42 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,24 detik		Jumlah Keypoint :159 Kecocokan fitur : 38 Kecocokan fitur yang sesuai : 36 Persentase :94,73% Waktu eksekusi :0,80 detik

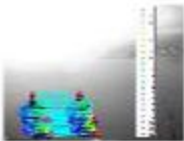





Tabel 4.3. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi rotasi (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
7		Jumlah Keypoint : 3420 Kecocokan fitur : 130 Kecocokan fitur yang sesuai : 130 Persentase :100% Waktu eksekusi :9,18 detik		Jumlah Keypoint :972 Kecocokan fitur : 50 Kecocokan fitur yang sesuai : 50 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,97 detik
8		Jumlah Keypoint : 463 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,41		Jumlah Keypoint :203 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,63 detik
9		Jumlah Keypoint : 1522 Kecocokan fitur : 244 Kecocokan fitur yang sesuai : 244 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,21		Jumlah Keypoint :549 Kecocokan fitur : 112 Kecocokan fitur yang sesuai : 110 Persentase :98,21% Waktu eksekusi :1,61 detik

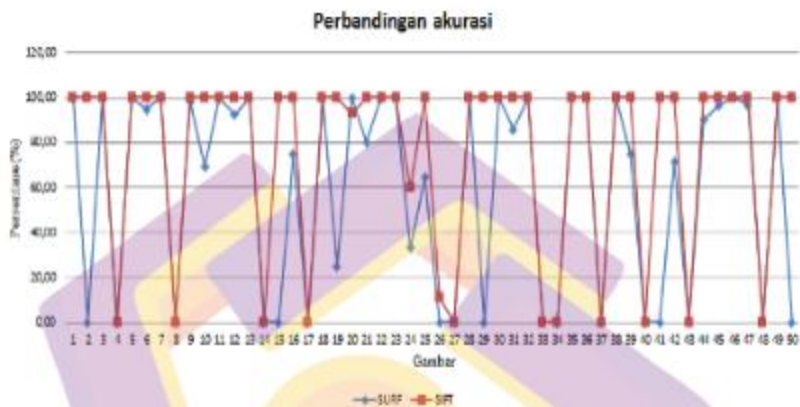
Tabel 4.3. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi rotasi (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
10		Jumlah Keypoint :1281 Kecocokan fitur : 16 Kecocokan fitur yang sesuai : 16 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,67 detik		Jumlah Keypoint :699 Kecocokan fitur : 26 Kecocokan fitur yang sesuai : 18 Persentase :69,23% Waktu eksekusi :0,78 detik
11		Jumlah Keypoint : 518 Kecocokan fitur : 112 Kecocokan fitur yang sesuai : 112 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,27 detik		Jumlah Keypoint :130 Kecocokan fitur : 30 Kecocokan fitur yang sesuai : 30 Persentase :100% Waktu eksekusi :0,8 detik
12		Jumlah Keypoint : 1205 Kecocokan fitur : 28 Kecocokan fitur yang sesuai : 28 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,66 detik		Jumlah Keypoint :584 Kecocokan fitur : 26 Kecocokan fitur yang sesuai : 24 Persentase :92,30% Waktu eksekusi :0,79 detik

Tabel 4.3. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi rotasi (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
13		Jumlah Keypoint : 518 Kecocokan fitur : 248 Kecocokan fitur yang sesuai : 248 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,26 detik		Jumlah Keypoint :104 Kecocokan fitur : 66 Kecocokan fitur yang sesuai : 66 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,08 detik
14		Jumlah Keypoint : 2456 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :4,26 detik		Jumlah Keypoint :1019 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,68 detik
15		Jumlah Keypoint : 1077 Kecocokan fitur : 6 Kecocokan fitur yang sesuai :6 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,54 detik		Jumlah Keypoint :454 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,66 detik

Berdasarkan hasil uji pada table 4.3 terlihat bahwa ada perbedaan akurasi dan waktu eksekusi. Untuk persentase akurasi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.13.



Gambar 4. 13. Grafik persentase akurasi deteksi pemalsuan *copy-move* transformasi rotasi.

Berdasarkan gambar 4.13, pada pengujian pemalsuan citra *copy-move* dengan transformasi rotasi, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* mampu mendapatkan persentase 100% pada 35 citra dan algoritma *Speed Up Robust Feature* mampu mendapatkan persentase 100% pada 17 citra. Ada beberapa citra yang hasil deteksinya menggunakan *Scale Invariant Feature Transform* dan *Speed Up Robust Feature* sebesar 0%. Hal ini disebabkan karena area yang dimanipulasi *copy-move* sangat kecil dan area berada di kontras yang tinggi, sehingga *keypoint* yang ada di area yang di manipulasi *copy-move* tidak terdeteksi. Hasil rata-rata persentase akurasi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:



*Scale Invariant Feature Transform* – 75,27%.

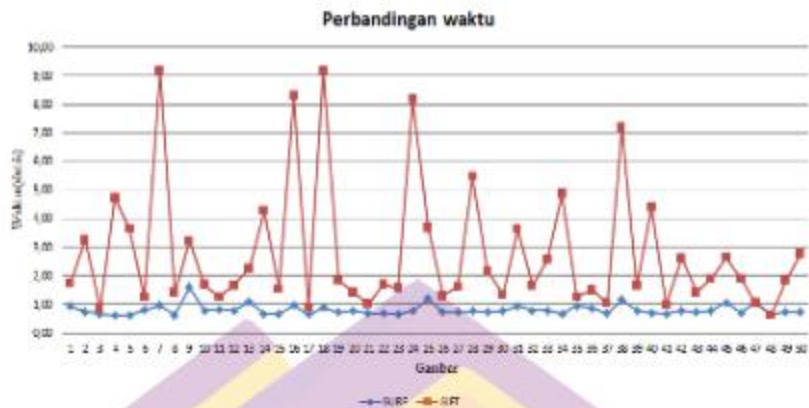
*Speed Up Robust Feature* – 58,95%.

Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan *Speed Up Robust Feature*.

Jumlah *keypoint* yang dihasilkan pada kedua algoritma tersebut juga beragam. Dari 50 citra yang diuji, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 69.811 titik. Untuk algoritma *Speed Up Robust Feature* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 25.6354 titik. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan transformasi rotasi, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan jumlah *keypoint* yang paling banyak.

Jumlah pasangan *keypoint* yang dihasilkan pada algoritma *Scale Invariant Feature Transform* sebanyak 1.856 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 1.820 titik. Pada algoritma *Speed Up Robust Feature* pasangan *keypoint* yang dihasilkan sebanyak 976 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 828 titik.

Untuk waktu eksekusi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.14.



Gambar 4. 14. Grafik waktu eksekusi deteksi pemalsuan *copy-move* transformasi rotasi.

Berdasarkan hasil uji waktu eksekusi deteksi pemalsuan *copy-move* tanpa transformasi, rata-rata waktu paling tinggi yang dibutuhkan untuk mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* terjadi pada gambar 7 dan gambar 18. Rata-rata waktu yang di butuhkan untuk deteksi pemalsuan citra *copy-move* menggunakan algoritma *Scale Invariant Feature Transform* adalah 9,18 detik. Hal ini disebabkan karena jumlah *keypoint* yang dihasilkan pada gambar 7 dan gambar 18 dengan deteksi menggunakan *Scale Invariant Feature Transform* adalah yang paling tinggi. Pada gambar 7 jumlah *keypoint* yang hasilkan sebanyak 3.420 titik dan pada gambar 18 jumlah *keypoint* yang dihasilkan sebanyak 4.083 titik.

Hasil rata-rata waktu eksekusi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

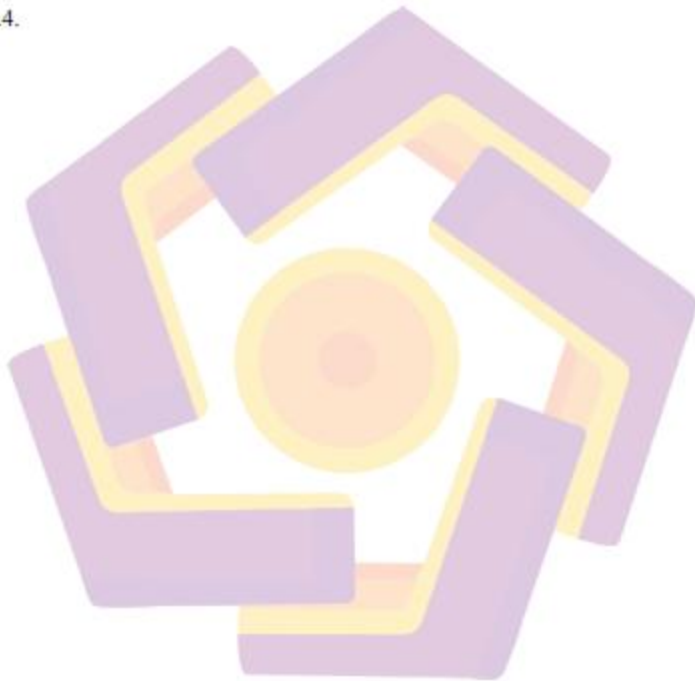
*Scale Invariant Feature Transform* – 2,78 detik .

*Speed Up Robust Feature* –0,81 detik.







Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki waktu eksekusi yang lebih cepat dibandingkan *Scale Invariant Feature Transform*.

#### 4.3.4 Transformasi Kecerahan







Pada pengujian ini, area citra yang dipalsukan mengalami perubahan kecerahan dengan nilai *brightness* secara acak. Pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4.



Tabel 4. 4. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move transformasi kecerahan







No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
1		Jumlah Keypoint : 322 Kecocokan fitur : 6 Kecocokan fitur yang sesuai : 6 Persentase : 100% Waktu eksekusi :1,3 detik		Jumlah Keypoint :129 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 6 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,4 detik
2		Jumlah Keypoint : 1647 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,93 detik		Jumlah Keypoint :380 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,3 detik
3		Jumlah Keypoint : 120 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,36 detik		Jumlah Keypoint :44 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2 detik

Tabel 4.4. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi kecerahan (lanjutan)







No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
4		Jumlah Keypoint : 2379 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :4,2 detik		Jumlah Keypoint :809 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,1 detik
5		Jumlah Keypoint : 1735 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,2 detik		Jumlah Keypoint :450 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2
6		Jumlah Keypoint : 440 Kecocokan fitur : 18 Kecocokan fitur yang sesuai : 18 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,2 detik		Jumlah Keypoint :157 Kecocokan fitur : 16 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0 % Waktu eksekusi :2,2 detik



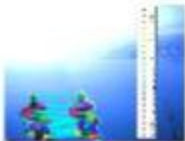





Tabel 4.4. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi kecerahan (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
7		Jumlah Keypoint : 3206 Kecocokan fitur : 40 Kecocokan fitur yang sesuai : 40 Persentase :100% Waktu eksekusi :9,13 detik		Jumlah Keypoint :897 Kecocokan fitur : 18 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,13 detik
8		Jumlah Keypoint : 462 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,13		Jumlah Keypoint :206 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,56 detik
9		Jumlah Keypoint : 1466 Kecocokan fitur : 40 Kecocokan fitur yang sesuai : 40 Persentase : 100% Waktu eksekusi :2,4		Jumlah Keypoint :548 Kecocokan fitur : 16 Kecocokan fitur yang sesuai : 14 Persentase :87,5% Waktu eksekusi :2,43 detik

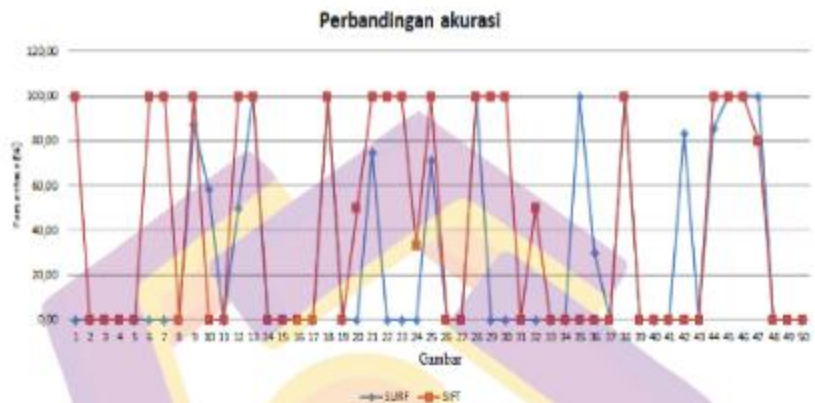
Tabel 4.4. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi kecerahan (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
10		Jumlah Keypoint :1275 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,16 detik		Jumlah Keypoint :689 Kecocokan fitur : 24 Kecocokan fitur yang sesuai : 14 Persentase :58,33% Waktu eksekusi :2,3 detik
11		Jumlah Keypoint : 440 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,2 detik		Jumlah Keypoint :106 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,2 detik
12		Jumlah Keypoint : 1159 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,56 detik		Jumlah Keypoint :562 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 2 Persentase :50% Waktu eksekusi :2 detik

Tabel 4.4. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi kecerahan (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
13		Jumlah Keypoint : 587 Kecocokan fitur : 206 Kecocokan fitur yang sesuai : 206 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,4 detik		Jumlah Keypoint :129 Kecocokan fitur : 66 Kecocokan fitur yang sesuai : 66 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,4 detik
14		Jumlah Keypoint : 2414 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :4,36 detik		Jumlah Keypoint :1023 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,96 detik
15		Jumlah Keypoint : 1029 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,8 detik		Jumlah Keypoint :481 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,2 detik

Berdasarkan hasil uji pada table 4.4 terlihat bahwa ada perbedaan akurasi dan waktu eksekusi. Untuk persentase akurasi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.15.



Gambar 4. 15. Grafik persentase akurasi deteksi pemalsuan *copy-move* transformasi kecerahan

Hasil rata-rata persentase akurasi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

*Scale Invariant Feature Transform* – 40,26%.

*Speed Up Robust Feature* –26,82%.

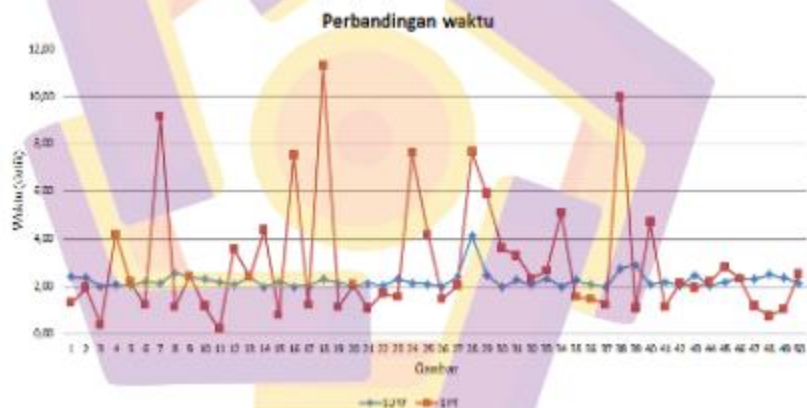
Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan *Speed Up Robust Feature*.

Jumlah *keypoint* yang dihasilkan pada kedua algoritma tersebut juga beragam. Dari 50 citra yang diuji, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 68.199 titik. Untuk algoritma *Speed Up Robust Feature* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 25.283 titik. Berdasarkan

hasil pengujian dengan menggunakan transformasi kecerahan, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan jumlah *keypoint* yang paling banyak.

Jumlah pasangan *keypoint* yang dihasilkan pada algoritma *Scale Invariant Feature Transform* sebanyak 652 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 606 titik. Pada algoritma *Speed Up Robust Feature* pasangan *keypoint* yang dihasilkan sebanyak 474 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 272 titik.

Untuk waktu eksekusi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.16.



Gambar 4. 16. Grafik waktu eksekusi deteksi pemalsuan *copy-move* transformasi kecerahan

Hasil rata-rata waktu eksekusi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

*Scale Invariant Feature Transform* – 2,95 detik .

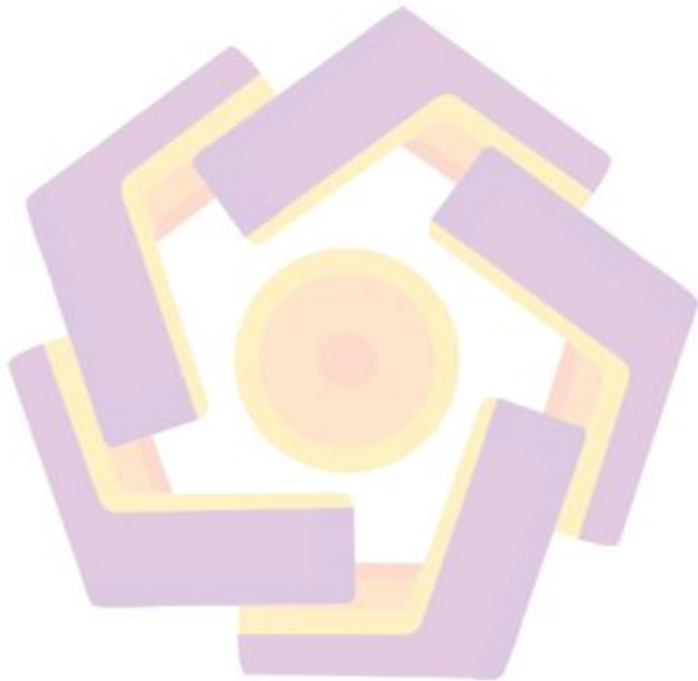
*Speed Up Robust Feature* –2,25 detik.









Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki waktu eksekusi yang lebih cepat dibandingkan *Scale Invariant Feature Transform*.

#### **4.3.5 Transformasi *Blur***







Pada pengujian ini, area citra yang dipalsukan mengalami perubahan *blur*/pengkaburan. Pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5.









Tabel 4. 5. Hasil pengujian pemalsuan citra copy-move transformasi *blur*

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
1		Jumlah Keypoint : 273 Kecocokan fitur : 16 Kecocokan fitur yang sesuai : 16 Persentase : 100% Waktu eksekusi :2,2 detik		Jumlah Keypoint :112 Kecocokan fitur : 8 Kecocokan fitur yang sesuai :8 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,3 detik
2		Jumlah Keypoint : 1667 Kecocokan fitur :0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,8 detik		Jumlah Keypoint :377 Kecocokan fitur : 6 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,9 detik
3		Jumlah Keypoint : 118 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 4 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,5 detik		Jumlah Keypoint :37 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,4 detik







Tabel 4.5. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi *blur* (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
4		Jumlah Keypoint : 2377 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :4,8 detik		Jumlah Keypoint :803 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,26 detik
5		Jumlah Keypoint : 1781 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :3 detik		Jumlah Keypoint :460 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,3
6		Jumlah Keypoint : 451 Kecocokan fitur : 18 Kecocokan fitur yang sesuai : 18 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,06 detik		Jumlah Keypoint :157 Kecocokan fitur : 26 Kecocokan fitur yang sesuai : 26 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,46 detik

Tabel 4.5. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi *blur* (lanjutan)







No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
7		Jumlah Keypoint : 3116 Kecocokan fitur : 40 Kecocokan fitur yang sesuai : 40 Persentase :100% Waktu eksekusi :9,13 detik		Jumlah Keypoint :891 Kecocokan fitur : 36 Kecocokan fitur yang sesuai : 36 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,4 detik
8		Jumlah Keypoint : 463 Kecocokan fitur : 4 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,4		Jumlah Keypoint :206 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,03 detik
9		Jumlah Keypoint : 1492 Kecocokan fitur : 87 Kecocokan fitur yang sesuai : 87 Persentase :100% Waktu eksekusi :3,91		Jumlah Keypoint :554 Kecocokan fitur : 68 Kecocokan fitur yang sesuai : 68 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,46 detik

Tabel 4.5. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi *blur* (lanjutan)

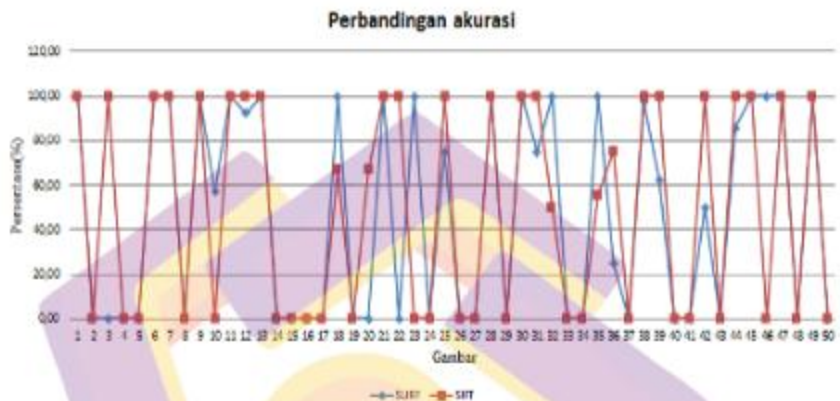
No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
10		Jumlah Keypoint :1239 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :1,67 detik		Jumlah Keypoint :683 Kecocokan fitur : 14 Kecocokan fitur yang sesuai : 8 Persentase :57,14% Waktu eksekusi :2,23 detik
11		Jumlah Keypoint : 483 Kecocokan fitur : 22 Kecocokan fitur yang sesuai : 22 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,5 detik		Jumlah Keypoint :121 Kecocokan fitur : 8 Kecocokan fitur yang sesuai : 8 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,06 detik
12		Jumlah Keypoint : 1183 Kecocokan fitur : 28 Kecocokan fitur yang sesuai : 28 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,23 detik		Jumlah Keypoint :589 Kecocokan fitur : 26 Kecocokan fitur yang sesuai : 24 Persentase :92,30% Waktu eksekusi :2,56 detik



Tabel 4.5. Hasil pengujian pemalsuan citra *copy-move* transformasi *blur* (lanjutan)

No	Deteksi Menggunakan SIFT	Keterangan	Deteksi menggunakan SURF	Keterangan
13		Jumlah Keypoint : 420 Kecocokan fitur : 50 Kecocokan fitur yang sesuai : 50 Persentase :100% Waktu eksekusi :1,93 detik		Jumlah Keypoint :94 Kecocokan fitur : 34 Kecocokan fitur yang sesuai : 34 Persentase :100% Waktu eksekusi :2,5 detik
14		Jumlah Keypoint : 2494 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 4 Persentase :0% Waktu eksekusi :4,73 detik		Jumlah Keypoint :1058 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,23 detik
15		Jumlah Keypoint : 1053 Kecocokan fitur : 0 Kecocokan fitur yang sesuai :0 Persentase :0% Waktu eksekusi :0,92 detik		Jumlah Keypoint :479 Kecocokan fitur : 2 Kecocokan fitur yang sesuai : 0 Persentase :0% Waktu eksekusi :2,26 detik

Berdasarkan hasil uji pada table 4.5 terlihat bahwa ada perbedaan akurasi dan waktu eksekusi. Untuk persentase akurasi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.17.



Gambar 4. 17. Grafik persentase akurasi deteksi pemalsuan *copy-move* transformasi *blur*.

Hasil rata-rata persentase akurasi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

*Scale Invariant Feature Transform* – 48,27%.

*Speed Up Robust Feature* – 46,40 %.

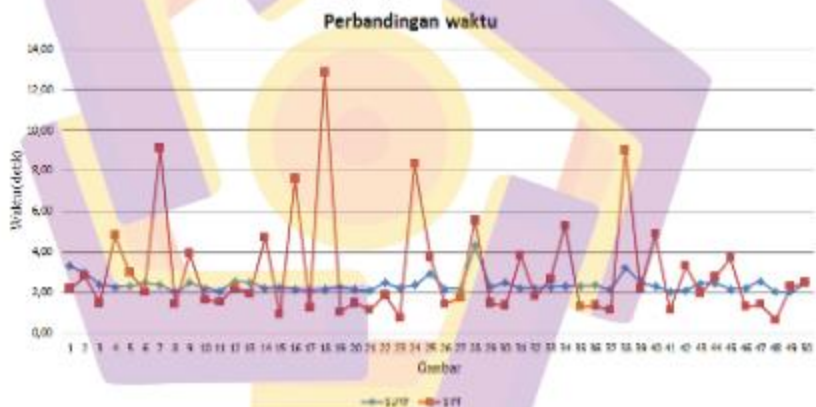
Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* memiliki persentase sedikit lebih tinggi dibandingkan *Speed Up Robust Feature*.

Jumlah *keypoint* yang dihasilkan pada kedua algoritma tersebut juga beragam. Dari 50 citra yang diuji, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 68.469 titik. Untuk algoritma *Speed Up Robust Feature* menghasilkan total *keypoint* sebanyak 25.274 titik. Berdasarkan

hasil pengujian dengan menggunakan transformasi *blur*, algoritma *Scale Invariant Feature Transform* menghasilkan jumlah *keypoint* yang paling banyak.

Jumlah pasangan *keypoint* yang dihasilkan pada algoritma *Scale Invariant Feature Transform* sebanyak 614 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 562 titik. Pada algoritma *Speed Up Robust Feature* pasangan *keypoint* yang dihasilkan sebanyak 646 titik dengan pasangan *keypoint* yang sesuai sebanyak 486 titik.

Untuk waktu eksekusi pada masing-masing citra, disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.18.



Gambar 4. 18. Grafik waktu eksekusi deteksi pemalsuan *copy-move* transformasi *blur*.

Hasil rata-rata waktu eksekusi dalam mendeteksi 50 gambar adalah sebagai berikut:

*Scale Invariant Feature Transform* – 3 detik .

*Speed Up Robust Feature* – 2,3 detik.

Berdasarkan hasil diatas, algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki waktu eksekusi yang sedikit lebih cepat dibandingkan *Scale Invariant Feature Transform*.

#### 4.3.6 Perbandingan Hasil Pengujian

Berdasarkan 5 pengujian yang telah dilakukan, maka hasil diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.6 untuk pengujian akurasi..

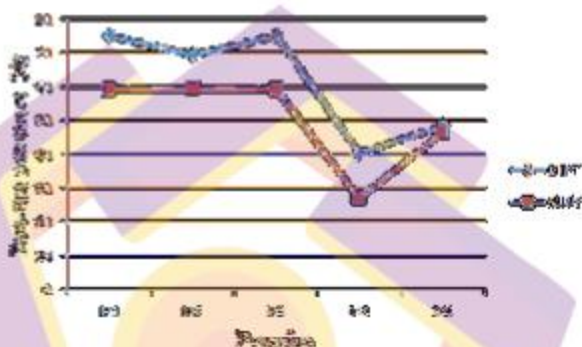
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Akurasi

Pengujian	Algoritma		Selisih	Algoritma dengan Akurasi tertinggi
	SIFT	SURF		
P1	75,27%	58,95%	16,32%	SIFT
P2	69,53%	59,57%	9,96%	SIFT
P3	75,27%	58,95%	16,32%	SIFT
P4	40,26%	26,82%	13,44%	SIFT
P5	48,27%	46,4%	1,87%	SIFT

Pada tabel 4.6 adalah hasil pengujian akurasi. Hasil dari seluruh pengujian bahwa algoritma *Scale Invariant Feature Transform* memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan *Speed Up Robust Feature*. Pada pengujian P1 adalah pengujian tanpa menggunakan transformasi. Jika dibandingkan pengujian P1 dengan pengujian P2 yang menggunakan transformasi skala, maka selisih yang didapat adalah sebesar 6,36%. Walaupun pada pengujian P2 hasil akurasi tertinggi adalah SIFT, namun algoritma SIFT mengalami penurunan pada pengujian P2 sebesar 5,74% dan algoritma SURF mendapatkan hasil akurasi lebih baik 0,62% dibandingkan dengan pengujian P1.

Pengujian P4 adalah pengujian yang menggunakan transformasi blur. Selisih hasil antara pengujian P1 dan P4 adalah sebesar 2,88%. Selisih hasil antara

pengujian P1 dan P5 yang menggunakan transformasi kecerahan adalah 14,45%. Pada pengujian P5 hasil akurasi yang didapat oleh algoritma SIFT dan SURF hanya berselisih 1,87% dan diantara semua pengujian, pengujian P5 memiliki selisih yang paling kecil. Untuk hasil pengujian akurasi disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.19.



Gambar 4.19. Hasil Pengujian Akurasi

Untuk hasil pengujian waktu eksekusi dapat dilihat pada tabel 4.7.

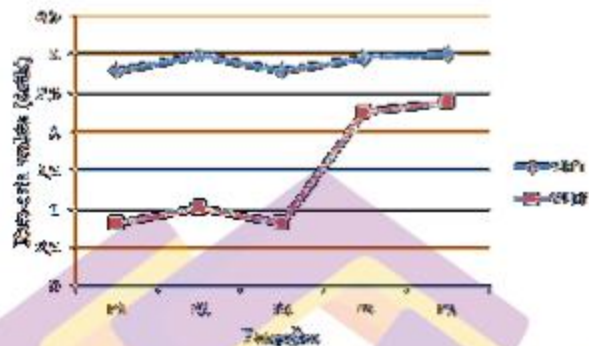
Tabel 4.7. Hasil Pengujian waktu eksekusi

Pengujian	Algoritma		Selisih	Algoritma dengan waktu eksekusi tercepat
	SIFT	SURF		
P1	2,78	0,81	1,97	SURF
P2	2,98	1,01	1,97	SURF
P3	2,78	0,81	1,97	SURF
P4	2,95	2,25	2,25	SURF
P5	3	2,38	2,38	SURF

Pada tabel 4.7 adalah hasil pengujian waktu eksekusi. Hasil dari seluruh pengujian bawah algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki waktu eksekusi yang lebih



cepat dibandingkan *Scale Invariant Feature Transform*. Untuk hasil pengujian waktu eksekusi disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.20.



Gambar 4.20. Hasil Pengujian Waktu Eksekusi

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil ujicoba yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dalam algoritma *Scale Invariant Feature Transform*, rata-rata akurasi dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* pada pengujian tanpa transformasi sebesar 75,27% dan rata-rata waktu eksekusi 2,78 detik. Pada pengujian menggunakan transformasi skala sebesar 69,53% dan rata-rata waktu eksekusi 2,98 detik. Pada pengujian menggunakan transformasi rotasi sebesar 75,27% dan rata-rata waktu eksekusi 2,78 detik. Pada pengujian menggunakan transformasi kecerahan sebesar 40,26% dan rata-rata waktu eksekusi 2,95 detik. Pada pengujian menggunakan transformasi blur sebesar 48,27% dan rata-rata waktu eksekusi 3 detik.
2. Dalam algoritma *Speed Up Robust Feature*, rata-rata akurasi dalam mendeteksi pemalsuan citra *copy-move* pada pengujian tanpa transformasi sebesar 58,95% dan rata-rata waktu eksekusi 0,81 detik. Pada pengujian menggunakan transformasi skala sebesar 59,57% dan rata-rata waktu eksekusi 1,01 detik. Pada pengujian menggunakan transformasi rotasi sebesar 58,95% dan rata-rata waktu eksekusi 0,81 detik. Pada pengujian menggunakan transformasi kecerahan sebesar 26,82% dan rata-rata waktu

eksekusi 2,25 detik. Pada pengujian menggunakan transformasi blur sebesar 46,40% dan rata-rata waktu eksekusi 2,38 detik.

3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan bahwa algoritma *Scale Invariant Feature Transform* memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan *Speed Up Robust Feature*. Selisih pada pengujian ke-1 sebesar 16,32%, selisih pengujian ke-2 sebesar 9,96%, selisih pengujian ke-3 sebesar 13,32%, selisih pengujian ke-4 sebesar 13,44%, dan selisih pengujian ke-5 sebesar 1,87%. Untuk pengujian waktu eksekusi, algoritma *Speed Up Robust Feature* memiliki waktu lebih cepat dibandingkan *Scale Invariant Feature Transform*. Selisih pada pengujian ke 1, 2, dan 3 sebesar 1,97 detik, selisih pada pengujian ke-4 sebesar 0,7 detik dan selisih pada pengujian ke-5 sebesar 0,62 detik.

## 5.2. Saran

Saran berdasarkan hasil penelitian saat ini untuk peneliti berikutnya adalah:

1. Diharapkan pada penelitian berikutnya dapat membandingkan proses dekomposisinya agar menghasilkan keypoint yang lebih banyak dan akurat.
2. Diharapkan pada penelitian berikutnya dapat menganalisis faktor yang menyebabkan waktu eksekusi menjadi lebih lama berdasarkan dataset dan jenis transformasi yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

### PUSTAKA BUKU

Burger, W., & Burger, M.J.(2016).Scale-Invariant Feature Transform (SIFT).London:Spinger.

### PUSTAKAJALAH, JURNAL ILMIAH ATAU PROSIDING

Ahmad, S. F. (2018, Maret). Pengenalan Angka Tulisan Tangan Menggunakan Scale Invariant Feature Transform (SIFT). *e-Proceeding of Engineering, ISSN 2355-9365, Vol. V No. 1.*

Anggoro, D. R. (2017, Agustus). Pengenalan Wajah Menggunakan Raspberry Dengan Menggunakan Metode Histogram Equalization Dan Image Matching. *e-Proceeding of Engineering, ISSN 2355-9365, Vol. IV No. 2.*

Ansari, M. D. (2017). An Approach for Identification of Copy-Move Image Forgery based on Projection Profiling. *Pertanika J. Sci. & Technol, ISSN 0128- 7680.*

Asghar, K. (2016). Copy-move and splicing image forgery detection and localization techniques: a review. *Australian Journal of Forensic Sciences, ISSN 0045-0618.*

Burger, W., & Burge, M. J. (2016). *Scale-Invariant Feature Transform (SIFT)*. London: Springer.

Cozzolino, D. (2017). Recating Residual-based Local Descriptors as Convolutional Neural Networks: an Aplication to Image Forgery Detection. *Deep Learning for Media Forensics.*

Elaskily, M. A. (2017). Comparative Study of Copy-Move Forgery Detection Techniques. *IEEE #41458-ACCS'017&PEIT'017.*

Emam, M. (2017). A Robust Detection Algorithm for Image Copy-Move Forgery in Smooth Regions. *International Conference on Circuits, System and Simulation.*

- Gupta, D., & Choubey, S. (2015, March). Discrete Wavelet Transform for Image Processing. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, ISSN 2250-2459, ISO 9001:2008 Certified Journal.
- Hamizan, Z. (2017, Oktober). Sistem Pentautan Citra Udara Menggunakan Algoritme SURF dan Metode Reduksi Data. *IJEIS*, ISSN 2088-3714, Vol. 7 No. 2.
- Hussain, M. (2014). Comparison between WLD and LBP Descriptors for Non-intrusive Image Forgery Detection. *IEEE*.
- Jiachang, G. (2016). Image Copy-Move Forgery Detection Using SURF in Opponent Color Space. *Tianjin University and Springer*, pp. 151-157.
- Prakasha, C. S. (2018). Detection of copy-move image forgery with efficient block representation and discrete cosine transform. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*.
- Siddik, A. (2016, Desember). Kombinasi MSER Dan SURF Dalam Mendeteksi Teks Pada Gambar Natural. *ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016*, ISBN 979-587-626-0, Vol. II No. 1.
- Tresnaningsih, W. R. (2015). Robustness of copy-move forgery detection under high JPEG compression artifacts. *Springer Science+Business Media New York 2015*.
- Tresnaningsih, W. R. (2017, Februari). Deteksi Pemalsuan Citra Copy Move Menggunakan Dyadic Wavelet Dan Scale Invariant Feature Transform. *Jurnal Pseudocode*, ISSN 2355-5920, Vol. IV No. 1.
- Yang, B. (2017). A copy-move forgery detection method based on CMFD-SIFT. *Springer Science+Business Media New York*.
- Yang, F. (2016, Desember). Copy-move forgery detection based on hybrid features. *Engineering Aplication of Artificial Intelligence*.
- Yao, H. (2016, June). Detecting Image Splicing Based on Noise Level Inconsistency. *Springer Science+Business Media New York*.



## LAMPIRAN

