



**FORENSIK CITRA DIGITAL UNTUK MENGANALISIS KECOCOKAN
OBJEK MENGGUNAKAN METODE *SCALE INVARIANT FEATURE
TRANSFORM (SIFT)***

Indrawan Ady Saputro

19917029

Tesis diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Magister Komputer

Konsentrasi Forensika Digital

Program Studi informatika Program Magister

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

2022

Lembar Pengesahan Pembimbing

**FORENSIK CITRA DIGITAL UNTUK MENGANALISIS KECOCOKAN
OBJEK MENGGUNAKAN METODE *SCALE INVARIANT FEATURE
TRANSFORM (SIFT)***



Indrawan Ady Saputro

19917029

Yogyakarta, 15 September 2022

Pembimbing

Dr. Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom

Lembar Pengesahan Penguji

**FORENSIK CITRA DIGITAL UNTUK MENGANALISIS KECOCOKAN
OBJEK MENGGUNAKAN METODE *SCALE INVARIANT FEATURE
TRANSFORM* (SIFT)**

Indrawan Ady Saputro

19917029

Yogyakarta, 15 September 2022

Tim Penguji,

Dr. Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom.

Ketua

Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., MT.

Anggota I

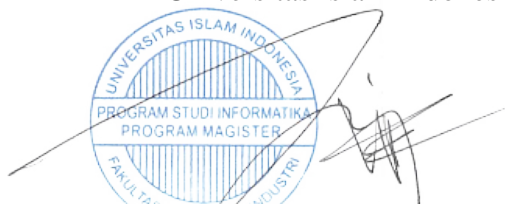
Dr. Ahmad Luthfi, S.Kom., M.Kom, Ph.D.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika Program Magister

Universitas Islam Indonesia



Irving Vitra Papatungan, S.T., M.Sc., Ph.D.

Abstrak

FORENSIK CITRA DIGITAL UNTUK MENGANALISIS KECOCOKAN OBJEK MENGGUNAKAN METODE *SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM* (SIFT)

Kasus nyata yang terjadi dilapangan bahwa banyak didapat gambar image yang berasal dari CCTV yang memerlukan identifikasi tentang kecocokan wajah dengan seseorang. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi menyelesaikan masalah pendeteksian kecocokan objek pada citra. Algoritma SIFT untuk menyelesaikan pendeteksian kecocokan objek karena metode ini invariant terhadap perubahan skala, rotasi, translasi, dan iluminasi. Penerapan dari metode SIFT dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan nilai kecocokan objek image, perbedaan nilai kecocokan objek tersebut dipengaruhi kondisi tertentu. Kondisi yang mempengaruhi perbedaan nilai kecocokan objek adalah cahaya sekitar objek dan ada tidaknya blur pada image. Hasil pengujian metode SIFT memperoleh hasil tingkat kecocokan image suspek dengan reka image orang yang sama menghasilkan nilai matching keypoint yang tinggi dibandingkan dengan reka image yang berbeda. Tingkat akurasi analisis kecocokan objek mendapatkan nilai 80%. Dapat disimpulkan bahwa metode SIFT dapat diimplementasikan untuk melakukan deteksi kecocokan objek image suspek dan reka image.

Kata kunci—*Image Forensik, Citra Digital, SIFT*

Abstract

DIGITAL IMAGE FORENSICS TO ANALYZE OBJECT FIT USING THE SCALE INVARIANT FEATURE TRANSFORM (SIFT) METHOD

A real case that occurs in the field that many images are obtained from CCTV which need to identify a match with someone's face. This study aims to provide a solution the problem of detecting the image object match. SIFT algorithm to complete object match detection because this method is invariant to changes in scale, rotation, translation, and science. The conditions that affect the difference in object fit values are the light around object and the presence or absence of blur the image. The results of the SIFT method test are that level of compatibility of the suspect's image with the image of the same person produces a high matching value compared to a different image design. The level of accuracy object match analysis gets a value 80%. It can be concluded that the SIFT method can be implemented to detect the match of suspect image objects and image designs.

Keywords— *Forensic Image, Digital Imagery, SIFT*

Pernyataan Keaslian Tulisan

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini merupakan tulisan asli dari penulis, dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya atau tulisan dari penulis lain terkecuali referensi atas material tersebut telah disebutkan dalam tesis. Apabila ada kontribusi dari penulis lain dalam tesis ini, maka penulis lain tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam tesis ini.

Dengan ini saya juga menyatakan bahwa segala kontribusi dari pihak lain terhadap tesis ini, termasuk bantuan analisis statistik, desain survei, analisis data, prosedur teknis yang bersifat signifikan, dan segala bentuk aktivitas penelitian yang dipergunakan atau dilaporkan dalam tesis ini telah secara eksplisit disebutkan dalam tesis ini.

Segala bentuk hak cipta yang terdapat dalam material dokumen tesis ini berada dalam kepemilikan pemilik hak cipta masing-masing. Apabila dibutuhkan, penulis juga telah mendapatkan izin dari pemilik hak cipta untuk menggunakan ulang materialnya dalam tesis ini.

Yogyakarta, September 2022



Indrawan Ady Saputro, S.Kom

Daftar Publikasi

Publikasi yang menjadi bagian dari tesis

Saputro, I A., & Prayudi, Y (2022). Forensik Citra Digital Analisis Kecocokan Objek Menggunakan Metode SIFT. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*

Sitasi publikasi 1

Kontributor	Jenis Kontribusi
Indrawan Ady Saputro, 2022	Mendesain eksperimen (60%) Menulis <i>paper</i> (70%)
Yudi Prayudi, 2022	Mendesain eksperimen (40%) Menulis dan mengedit <i>paper</i> (30%)

Halaman Kontribusi

“Tidak ada kontribusi dari pihak lain”

Halaman Persembahan

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang.
Persembahan sujud syukur hanya kepada Engkau, Dzat pencipta semesta alam.

Tesis ini saya persembahkan untuk :

Kedua orang tua saya, Bapak Sarwoto dan Ibu Jalimah yang telah sabar &
berkorban lebih dari segala apapun demi anak ragilnya.

Kakak saya yang selalu memberikan masukan dan arahan untuk adiknya ini.

Adik saya yang selalu mendukung dan mendorong kakaknya untuk sukses.

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta kasih sayang-Nya. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan dan uswatun hasanah kita, Nabi Muhammad SAW. Atas rahmat Allah SWT yang Maha Pemurah, penulis dapat menyelesaikan thesis dengan judul “Forensik Citra Digital Untuk Menganalisis Kecocokan Objek Menggunakan Metode *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT)”. Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna mencapai derajat Magister (Strata II/S2) Program Studi Magister Informatika di Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari sepenuhnya jika tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, maka penulis tidak akan menyelesaikan tesis ini dengan baik. Oleh karena itu, selain rasa syukur yang tiada henti tercurah, izinkan penulis dengan tulisan ini untuk menyampaikan segenap terimakasih kepada :

1. Allah SWT, atas segala kesempatan, kekuatan dan seluruh hal yang diberikan kepada penulis hingga detik ini.
2. Kedua orangtua tercinta serta seluruh keluarga kami. Terimakasih atas do'a, bimbingan dan nasehat yang tiada pernah ada habisnya.
3. Bapak Dr. Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom selaku dosen pembimbing sekaligus Dewan Penguji yang selalu memberikan arahan, motivasi semangat dan do'a selama kegiatan penelitian dan penyusunan tesis.
4. Bapak Dr. Ahmad Luthfi, M.Kom., Ph.D. dan Bapak Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., MT. selaku Anggota Dewan Penguji I dan II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun, dukungan, serta nasihat yang amat berarti. Terimakasih atas ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Magister Informatika Universitas Islam Indonesia yang telah mendidik dan memberikan bekal pengetahuan selama kegiatan perkuliahan atau praktikum. Semoga menjadi amal jariyah di akhirat kelak.

6. Adik dan Kakak Tercinta, Adik Sinta Nuriyah, Mas Iwan, Mbak Putri, Mbak Siska, Mas Rizal, Mas Bayu, Mbak Laila.
7. Segenap keluarga besar Dosen dan Mahasiswa STMIK AMIKOM Surakarta, yang telah memberikan apresiasi dan semangat kepada penulis hingga saat ini.
8. Seluruh teman teman seperjuangan Keluarga Besar Mahasiswa Program Studi Magister Informatika Universitas Islam Indonesia atas semua dukungan dan doa.
9. Last but not least, kepada seluruh sahabat, teman dan orang-orang yang mengenal penulis - baik hanya singgah maupun bertahan hingga sekarang- yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu. Terimakasih sudah hadir dan memberikan banyak pelajaran dalam kehidupan.

Penulis ucapkan terima kasih. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dari berbagai pihak yang kami sebutkan dengan berkah-Nya. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat untuk para pembaca sekalian. Apabila ada kekurangan dalam penulisan, penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar besarnya. Oleh karena tidak sempurnanya tesis ini, penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penulis selanjutnya.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, September 2022

Indrawan Ady Saputro, S.Kom

Daftar Isi

Lembar Pengesahan Pembimbing	i
Lembar Pengesahan Penguji	ii
Abstrak	iii
Abstract	iv
Pernyataan Keaslian Tulisan	v
Daftar Publikasi.....	vi
Halaman Kontribusi	vii
Halaman Persembahan	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
BAB 1 Pendahuluan.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Metode Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metodologi Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	6
2.1. Permasalahan Umum.....	6
2.2. Penelitian Sejenis	7
2.3. Lingkup Penelitian	8
2.3.1. Pengolahan Citra Digital.....	8
2.3.2. Resolusi Citra	9
2.3.3. Image Forensik.....	10
2.3.4. Algoritma SIFT (Scale Invariant Feature Transform)	10
BAB 3 Metodologi Penelitian.....	13
3.1. Tahap Literatur Review	13

3.2.	Tahap Usulan Solusi.....	13
3.3.	Tahap Persiapan Alat dan Bahan.....	13
3.4.	Tahap Pengembangan Sistem.....	14
3.5.	Tahap Implementasi Sistem	15
3.6.	Tahap Analisa Hasil	16
3.7.	Tahap Kesimpulan.....	16
BAB 4	Implementasi Dan Analisa.....	18
4.1.	Implementasi	18
4.2.	Pre-Processing	18
4.3.	Tahapan Analisis Algoritma SIFT	20
4.4.	Analisis Fungsi Matlab.....	21
4.5.	Hasil Pengujian.....	23
4.6.	Analisis Hasil Pengujian	27
BAB 5	Kesimpulan Dan Saran	30
5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran	30
Daftar Pustaka	31

Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Review penelitian sebelumnya	7
Tabel 3. 1 Simulasi Pengujian menggunakan Data Image Siang Hari	15
Tabel 3. 2 Simulasi Pengujian menggunakan Data Image Malam Hari	15
Tabel 4. 2 Simulasi Pengujian menggunakan Data Image Siang Hari	24
Tabel 4. 3 Simulasi Pengujian menggunakan Data Image Malam Hari	26
Tabel 4. 4 Simulasi Pengujian dengan menggunakan objek enhancement.....	27
Tabel 4. 5 Pengujian akurasi dari simulasi pengujian.....	28

Daftar Gambar

Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian	4
Gambar 3. 1 Metodologi yang Diusulkan	13
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	14
Gambar 4. 1 Image sebelum dilakukan pre-processing	18
Gambar 4. 2 Hasil image perubahan RGB ke <i>Grayscale</i>	19
Gambar 4. 3 Hasil image proses <i>cropping</i>	19
Gambar 4. 4 Hasil image proses <i>enhancement</i>	20

BAB 1

Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi kini berkembang semakin pesat. Teknologi memiliki peran yang dibutuhkan dalam dunia digital era sekarang ini. Hal tersebut dipengaruhi karena banyak masyarakat mulai memahami akan pentingnya memanfaatkan teknologi informasi. Bidang pengolahan citra digital adalah salah satu perkembangan di dunia digital. Pengolahan citra digital menjelaskan bagaimana citra dikumpulkan, dibentuk, diproses, dan dianalisis untuk memberikan informasi yang bisa diterima oleh manusia (Sulistiyani et al., 2016).

Citra merupakan gambaran atau kemiripan dari sebuah objek. Citra dibagi menjadi dua jenis berdasarkan bentuk sinyal penyusunnya yaitu citra berbentuk analog dan digital. Jenis citra analog itu sendiri didefinisikan sebagai citra yang berasal dari sinyal analog. Berbeda dengan citra analog, citra digital memiliki sifat diskrit yang terbentuk dari sinyal digital (Andono et al., 2017). Pengolahan citra digital bisa digunakan untuk melakukan deteksi kecocokan objek dan melakukan identifikasi pada suatu objek citra. Identifikasi yang didapat dari citra tersebut dapat digunakan sebagai alat bukti digital yang berfungsi atau berperan pada proses penyidikan kasus kejahatan. Forensika pada citra berfokus pada analisis kesesuaian/kecocokan objek bukti digital (Rainer et al., 2009).

Penelitian yang telah dilakukan (Rosidin et al., 2018) menerapkan metode SIFT dalam konteks perbandingan *image tempering* dan *image* aslinya dengan sumber yang sama. Sementara penelitian untuk penerapan metode yang sama untuk image yang tidak diketahui sumber aslinya masih belum dilakukan. Dalam faktanya penerapan metode tersebut mendapatkan hasil korelasi similarity yang kecil dibandingkan dengan data yang tidak diketahui aslinya. Padahal itu merupakan kasus nyata dilapangan bahwa banyak didapat image yang berasal dari video CCTV atau video rekaman lain yang memerlukan identifikasi tentang kecocokan objek wajah tersebut dengan seseorang. Analisis kesamaan objek (*similarity*) pada bidang forensik digital itu penting karena dapat membantu proses dalam mengidentifikasi objek wajah seseorang yang diperlukan untuk proses mengungkap kasus kejahatan. Fungsi lain dari analisis kesamaan objek adalah untuk membantu proses penyidikan pihak kepolisian serta menjadi salah satu bukti pendukung untuk menangani kasus kejahatan. Oleh karena itu perlu adanya satu perbaikan atau penerapan metode yang lebih relevan dan sesuai dengan kondisi tersebut terkait dengan similaritas objek. Similaritas objek dalam konteks objek pembandingnya adalah objek yang direka ulang menggunakan CCTV atau rekaman yang lain.

Solusi yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah pendeteksian kecocokan objek adalah dengan menggunakan ekstraksi fitur untuk melakukan pelacakan objek. Untuk menyelesaikan pendeteksian kecocokan objek image yaitu dengan menggunakan metode SIFT. Algoritma SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) adalah algoritma yang mendeteksi dan mendeskripsikan fitur lokal pada citra. SIFT adalah suatu metode untuk menghasilkan ciri-ciri pada suatu citra yang invarian dengan perbedaan citra tersebut, seperti translasi, penskalaan, rotasi, iluminasi, dan proyeksi tiga dimensi. Pada tahun 1999 David Lowe yang berasal dari University of British Columbia menerbitkan algoritma SIFT ini di Kanada. Cara kerja algoritma ini adalah mengenali objek, memetakan robot dan navigasi, *image stitching*, pemodelan 3D, mengidentifikasi satwa liar dan mengenali isyarat, serta melakukan pelacakan video (D.G.Lowe, 2004). SIFT memiliki beberapa tahapan dalam melakukan deteksi kecocokan *image* yaitu *Scale Space Extreme*, *Keypoint Localization*, *Orientation Assigment* dan *Keypoint Descriptor* (Setiyawan & Basuki, 2014). Metode SIFT dalam menghasilkan tingkat akurasi kecocokan *image* lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode KNN karena metode SIFT tahan terhadap perubahan pada benda atau objek (Prakarsa et al., 2021). Selain metode SIFT ada juga metode lainnya untuk mendeteksi kecocokan *image* yaitu metode SURF akan tetapi kecocokan *image* yang diperoleh antara metode SIFT dan SURF lebih banyak tingkat kecocokan *image* yang terdeteksi menggunakan metode SIFT (Lionnie et al., 2018). Algoritma SIFT banyak digunakan untuk pendeteksian kecocokan objek karena cukup handal dalam mengatasi *image* yang mengalami perubahan akibat dari *noise*, iluminasi, titik pandang yang sering ditemui pada citra karena hasil *polarisasi* cahaya (Koeshardianto, 2014). Kelebihan dari metode SIFT memiliki kemampuan dalam melakukan deteksi, mendeskripsikan fitur-fitur lokal dari citra, dan dapat melakukan deteksi pada simetri bilateral (Agustina & Mukhlash, 2012) (Lee et al., 2016). Ada beberapa data sampel objek yang digunakan untuk melakukan deteksi menggunakan algoritma SIFT yaitu membuat objek sendiri, dari internet dan dari video CCTV (Faturhman et al., 2020) (Miftahuddin et al., 2020) (Vijayan & Kp, 2020). SIFT bisa digunakan untuk melakukan, pengenalan objek benda, pengenalan objek untuk keperluan medis, dan deteksi objek pengenalan wajah (Vijayan & Kp, 2019).

Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode SIFT untuk mendeteksi kecocokan objek pada *image*. Hasil implementasi dengan algoritma SIFT, diharapkan mendapatkan hasil kecocokan objek pada *image* dengan objek *image* yang lain.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah algoritma SIFT melakukan deteksi kecocokan *image* dengan pembandingan objek reka *image*.
2. Bagaimanakah kinerja atau akurasi algoritma SIFT untuk deteksi kecocokan objek pada citra yang memiliki tingkat kecocokan tinggi dengan pembandingan objek reka-*image*.

1.3. Metode Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini difokuskan pada masalah berikut ini :

1. *Image* untuk dijadikan penelitian merupakan *image* asli kamera CCTV, *image* reka ulang menggunakan kamera CCTV
2. Penelitian yang dilakukan tidak membahas masalah *tempering* terhadap *image* asli.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian menggunakan metode SIFT adalah :

1. Mengetahui cara kerja algoritma SIFT melakukan deteksi kecocokan *image* dengan pembandingan objek reka *image*.
2. Mengetahui kinerja atau akurasi algoritma SIFT untuk deteksi kecocokan objek pada citra yang memiliki tingkat kecocokan tinggi dengan pembandingan objek reka-ulang.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari analisis kecocokan objek *image* menggunakan Algoritma SIFT adalah:

- a) Untuk Pengembangan Ilmu.
 - Memberikan gambaran ilmu terakit pendeteksian pencocokan objek pada citra digital, sehingga bisa menghasilkan informasi dari sebuah objek *image*.
 - Mengetahui fungsi dari metode Algoritma SIFT dalam melakukan analisis *image* pada citra digital.
- b) Untuk Penelitian lainnya
 - Dapat dijadikan referensi penelitian lainnya unntuk mengembangkan penelitian selanjutnya.
 - Dapat mengembangkan pengajar dalam sebuah ilmu pada bidang pendeteksian analisis kecocokan *image*.

c) Untuk Penulis

Menambah wawasan kepada penulis khususnya keilmuan pada bidang forensik *image* pada citra digital.

d) Untuk Penyidik Forensik

Dapat membantu penyidik untuk melakukan penyidikan terkait dengan informasi pendeteksian kecocokan *image* pada citra digital dari hasil yang diperoleh setelah dilakukan penelitian.

1.6. Metodologi Penelitian

Tahapan yang dilakukan untuk melakukan penelitian tersaji pada gambar 1.1 sebagai berikut:



Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan penelitian ini terbagi dalam beberapa bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini merupakan pengantar dari masalah penelitian yang akan dibahas dan berisikan latar belakang dari penelitian ini, rumusan dan batasan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat, metodologi, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisikan terkait teori dan pendukung untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI

Pada metodologi ini berisikan bahasan terkait langkah-langkah dalam penelitian, perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian dimana digunakan untuk perancangan aplikasi untuk melakukan deteksi objek *image*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisikan terkait hasil dan pembahasan penelitian ini, bagaimana pembahasan tentang penyelesaian masalah yang diangkat, hasil dari analisis kecocokan objek dan evaluasi pengujian dari hasil penelitian yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini memuat terkait dengan hasil kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah didapatkan serta saran-saran yang perlu ditambahkan dalam penelitian.

BAB 2

Tinjauan Pustaka

2.1. Permasalahan Umum

Forensika digital memiliki tujuan untuk memperoleh sebuah informasi dalam melakukan penyidikan barang bukti dalam bentuk digital agar bisa digunakan dalam persidangan sehingga dapat menjadi alat bukti yang sah (Khairunnisak et al., 2020). Bukti digital berhubungan dokumen atau file yang berada dalam komputer seperti email, teks, foto digital, rekaman digital yang berkaitan dengan kasus hukum (Putra et al., 2018). Citra adalah bagian dari konten multimedia, konsep umum dari forensika digital berbeda dengan forensika pada konten multimedia. Pada forensika konten multimedia berfokus untuk menyelesaikan permasalahan terkait kesesuaian atau kecocokan objek. Analisis *image* pada forensika umumnya tidak untuk menentukan barang bukti digital namun untuk menemukan kesesuaian atau kecocokan objek pada barang bukti tersebut (Rainer et al., 2009). Deteksi objek dalam pengolahan citra digital adalah proses penentuan ada tidaknya kesamaan objek dalam citra digital.

Pendeteksian dapat dilakukan dengan berbagai metode, biasanya dilakukan dengan membaca fitur-fitur dari semua objek pada *image* yang dimasukkan. Fitur pada *image* masukkan dibandingkan dengan fitur pada *image* reka. Deteksi analisis kesamaan objek (*similarity*) pada bidang forensik digital memiliki peran penting karena dapat membantu proses dalam mengidentifikasi objek wajah seseorang yang diperlukan untuk proses mengungkap kasus kejahatan. Fungsi lain dari analisis kecocokan objek adalah untuk membantu proses penyidikan pihak kepolisian serta menjadi salah satu bukti pendukung untuk menangani kasus kejahatan. Oleh karena itu perlu adanya satu perbaikan atau penerapan metode yang lebih relevan dan sesuai dengan kondisi tersebut terkait dengan similaritas objek.

Similaritas objek dalam konteks objek pembandingnya adalah objek yang direka ulang menggunakan CCTV atau rekaman yang lain. Salah satu penelitian terkait deteksi objek yang dilakukan oleh (Rosidin et al., 2018) menggabungkan dengan metode SIFT dalam konteks perbandingan *image tempering* dan *image* aslinya dengan sumber yang sama. Sementara penelitian untuk penerapan metode yang sama untuk gambar yang tidak diketahui sumber aslinya masih belum dilakukan. Dalam faktanya penerapan metode tersebut mendapatkan hasil korelasi kecocokan objek yang kecil dibandingkan dengan data yang tidak diketahui aslinya. Padahal itu merupakan kasus nyata dilapangan bahwa banyak diperoleh gambar yang berasal dari kamera CCTV atau video rekaman lain yang memerlukan identifikasi tentang kecocokan objek wajah tersebut dengan seseorang.

2.2. Penelitian Sejenis

Tabel 2. 1 Review penelitian sebelumnya

No	Peneliti	Algoritma	Sample Objek	Jenis Deteksi	Hasil Akhir
1	(Rosidin et al., 2018)	SIFT Dan Histogram Color Rgb	Dibuat sendiri, Internet	Deteksi kecocokan objek	Hasil pencarian sebanyak 5149 keypoint memperoleh hasil 12 kecocokan
2	(Lionnie et al., 2018)	SIFT dan SURF	Dibuat sendiri	Deteksi Manipulasi Copy-Move	Deteksi menggunakan algoritma SIFT menghasilkan dua kali lebih baik daripada dengan algoritma SURF. Sedangkan hasil dari pemrosesan waktu, algoritma SURF memproses dengan cepat daripada algoritma SIFT
3	(Faturohman et al., 2020)	SIFT, SURF, dan ORB	Video CCTV	Deteksi Objek Benda Spesifik	Hasil Akurasi SIFT 89,67%, SURF 87,15 %, dan ORB 81,21%
4	(Harahap, 2016)	SURF dan MSER	Dibuat Sendiri	Deteksi Objek	Hasil dari penelitian menggabungkan dua metode yaitu SURF sebagai deskriptor fitur dan MSER sebagai detektor area meningkatkan hasil jumlah pendeteksian titik-titik fitur dan waktu proses eksekusi
5	(Husada et al., 2019)	SIFT	Dibuat sendiri	Deteksi Objek Benda	Hasil deteksi melalui kamera mendapat hasil nilai precision 64% dan recall 12,8% Hasil deteksi melalui citra dalam database mendapat hasil nilai precision 84 dan recall 16,8%
6	(Efendi et al., 2019)	Algoritma SIFT Dan Histogram Color Rgb	Dibuat sendiri, Internet	Deteksi manipulasi copy-move	Hasil pencarian sebanyak 448 keypoint memperoleh hasil 165 kecocokan
7	(Miftahuddin et al., 2021)	SIFT	Video CCTV	Deteksi Banyaknya Objek	Hasil akurasi metode SIFT 78%

No	Peneliti	Algoritma	Sample Objek	Jenis Deteksi	Hasil Akhir
8	(Tresnaningsih et al., 2017)	DWT dan SIFT	Internet	Deteksi manipulasi copy-move	Hasil penggabungan metode DWT dan SIFT mampu mendeteksi serangan pemalsuan rotasi dan skala pada objek citra
9	(A. Alberry et al., 2018)	SIFT, FCM	Dibuat sendiri, MICC-220	Deteksi manipulasi copy-move	Waktu deteksi pada dataset MICC -220 berkurang 14,67% Waktu deteksi pada data yang dibuat sendiri berkurang 15,9%
10	(Vijayan & Kp, 2020)	RootSIFT, SIFT	Dibuat sendiri	Deteksi objek wajah	Hasil akurasi dengan treshold 0.2 metode SIFT memiliki 86,13 % dan RootSIFT 93,55%
11	(Prakarsa et al., 2021)	SIFT, KNN	Dibuat sendiri	Deteksi objek benda	Algoritma SIFT tahan terhadap perubahan benda, Hasil akurasinya sebesar 78%

2.3. Lingkup Penelitian

2.3.1. Pengolahan Citra Digital

Pemrosesan *image* merupakan cabang dari ilmu komputer, berhubungan dengan pemrosesan dan pemrosesan data dalam bentuk deskripsi untuk sebuah gambar. Deskripsi tersebut seperti koordinat titik yang terbentuk menjadi sebuah citra berupa garis, kotak, segitiga, lingkaran, ellips dan lain sebagainya. Masukkan dari program grafik komputer adalah deskripsi sedangkan outputnya adalah *image* data, transmisi data, dan pemrosesan waktu. Sedangkan masukkan pengolahan dari citra merupakan sebuah *image*, dan keluarannya berbentuk *image* hasil pengolahan.

Pengolahan dari citra digital merupakan sebuah disiplin ilmu dalam bidang informatika, dimana mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra). Selain itu juga berkaitan dengan adanya transformasi image berupa rotasi, translasi, skala, dan transformasi geometrik. Pemilihan citra (*feature images*) yang ditujukan untuk melakukan analisis. Pengolahan citra digital juga memproses tentang informasi

mengenai deskripsi *image* atau pengenalan *image* yang terdapat pada sebuah *image*, serta melakukan pengurangan kualitas data untuk keperluan penyimpanan data (Sutoyo et al., 2009).

2.3.2. Resolusi *Image*

Resolusi *image* menurut (Darma, 2010) adalah tingkat detailnya sebuah *image*. Dimana ketika *image* beresolusi tinggi maka tingkat detail dari *image* akan semakin tinggi, ada resolusi *image* dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1) Resolusi *Image* Spasial

Resolusi berbentuk spasial adalah seberapa halus atau kasar ukuran dari *grid* dibagi menjadi baris dan kolom saat pengambilan sampel, dan untuk mengetahui jumlah *pixel* per satuan panjang. Satuan dari resolusi *image* yang biasa digunakan adalah *dpi* (*dots per inch*). Dimana resolusi ini mempengaruhi dari kejelasan komputasi *image*. *Resolution Luminance* (intensitas/luminance) atau biasa disebut sebagai *bit depth*, *color depth* merupakan sebuah ukuran skala dari halus atau seberapa kasar gradasi saat dilakukan perhitungan. Kedalaman bit adalah penentu dari seberapa banyak informasi sebuah warna yang bisa ditampilkan dalam *pixel*. Nilai *image* yang semakin tinggi maka akan semakin baik kualitas yang akan dihasilkan, dan tentunya semakin besar ukurannya. Tiap *pixel* pada *image* yang berwarna mewakili suatu warna merupakan gabungan dari 3 warna dasar (rgb= merah hijau biru). Warna dasar pada *image* menggunakan penyimpanan 8 bit sama dengan 1 *byte* yang memiliki gradasi sebanyak 255 warna pada setiap *pixel*. Penyimpanan dari *image true color* memiliki memori yang berbeda dengan *image grayscale*. Pada tiap *pixel* dari *image grayscale* berisi 256 gradasi warna dimana diwakiliah oleh 1 *byte*. Sedangkan pada sebuah *pixel image true color* diwakili oleh 3 *byte* yang masing- masing *byte* menggambarkan *image* berwarna merah (*Red*), berwarna hijau (*Green*), dan berwarna biru (*Blue*) (Sutoyo et al., 2009).

2) Format File Citra

Format dari sebuah file *image* harus dapat menggabungkan kualitas gambar, ukuran dari file, dan kompatibilitas dengan banyak aplikasi. Ada beberapa jenis format dari file sebuah *image* standar banyak dipakai pada sekarang ini. Format dari file *image* digunakan untuk menyimpan gambar dalam sebuah file. Tiap format memiliki karakteristiknya sendiri, berikut ini contoh format umum, yaitu: *Portable Network Graphics* (.png), *Tagged Image Formats* (.tif, .tiff), *JPG(JPEG)* dan lain sebagainya (Darma, 2010).

Format dari file memiliki dua jenis format file *image* yang akan digunakan untuk pengolahan citra adalah *image bitmap* dan *image vektor*. *Image bitmap* dapat disebut dengan

gambar raster secara digital menyimpan data kode gambar secara utuh (disimpan per *pixel*) (Sutoyo et al., 2009). *Image* tersebut dipresentasikan dalam bentuk matriks atau memetakan dengan bilangan biner atau dengan sistem bilangan lainnya. Keuntungan dari *image* ini bisa dimanipulasi warnanya, akan tetapi dalam melakukan perubahan pada *image* relatif susah. Sebuah bitmap dapat menampilkan bayangan citra dan gradien warna yang halus. Namun saat diperbesar, tampilan pada monitor tampak retak (kualitas gambar menjadi lebih rendah). Contoh format dari sebuah file *image* antara lain adalah BMP, GIFF, dll.

Format file *image* vektor adalah *image* dari hasil perhitungan secara matematis. Pada *image* vektor untuk melakukan pengubahan warna relatif susah dilakukan untuk membentuk *image* dengan melakukan perubahan nilai relatif lebih mudah. Maka dari itu jika *image* diperbesar atau diperkecil kualitas dari sebuah *image* akan relatif tetap. *Image* vektor dibuat menggunakan aplikasi *image* vektor seperti Adobe Illustrator, Canva dll.

2.3.3. Image Forensik

Image forensics bertujuan menyediakan alat untuk mendukung penyelidikan. Ada beberapa teknik yang digunakan dalam manipulasi citra yaitu teknik *watermarking* dan *steganografi* yaitu dengan memanfaatkan aplikasi serta melakukan analisis *image* untuk melakukan pemulihan informasi tentang riwayat *image*. *Digital image forensics* menganalisis dan mengidentifikasi perangkat yang digunakan dalam meng-*capture* sebuah *image*, atau menentukan perangkat atau alat mana yang tidak meng-*capture image*. *Image forensics* adalah sebuah metode secara ilmiah dalam penelitian, dimana untuk mendapatkan fakta menjadi sebuah barang bukti bahwa *image* berasal dari *image* asli atau *image tempering* (Riadi et al., 2019). *Image forensic* memiliki peran dalam menangani sebuah kasus kejahatan yang melibatkan sebuah *image*.

2.3.4. Algoritma SIFT (Scale Invariant Feature Transform)

Algoritma SIFT merupakan metode untuk melakukan deteksi dan melakukan ekstraksi fitur lokal pada *image*. Pada tahun 1999 David Lowe menerbitkan algoritma SIFT ini di Kanada. Cara kerja algoritma ini adalah mengenali objek, pemodelan 3D, mengidentifikasi satwa liar dan mengenali isyarat, serta melakukan pelacakan video (D.G.Lowe, 2004). Metode SIFT ialah salah satu dari metode ekstraksi fitur yang umum digunakan untuk menyelesaikan masalah pada pengenalan objek yang memiliki keunggulan seperti berikut ini:

- a. Hasil ekstraksi fitur tahan terhadap perubahan ukuran translasi dan rotasi dua dimensi
- b. Hasil ekstraksi fitur mempunyai ketahanan terhadap perubahan iluminasi dan perubahan sudut pandang tiga dimensi.
- c. Mampu mengekstrak *keypoint* lebih banyak dari citra yang tipikal.

d. Hasil ekstraksi fitur dari metode SIFT dicirikan secara khusus (*distinctive*)

Keypoint adalah lokasi spasial, atau titik dalam gambar yang menentukan apa yang menarik atau apa yang menonjol dalam gambar (D.G.Lowe, 2004). *Keypoint* diperoleh dari nilai maksimal atau nilai minimal dari DoG (*Difference of Gaussian*). Berikut ini alur proses dari metode SIFT:

1. Menemukan titik *interest* atau *keypoint*

Hasil dari *keypoint* diperoleh dari sebuah perhitungan nilai maksimal atau nilai minimal dari DoG. $L(x, y, \sigma)$ merupakan konversi dari *image* asli $I(x, y)$. Maka didapatkan persamaannya sebagai berikut:

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

Variabel *gaussian* persamaannya sebagai berikut :

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2} \quad (2)$$

Sehingga DoG pada skala K, persamaan sebagai berikut :

$$D(x, y, \sigma) = L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma) \quad (3)$$

Jika didapatkan banyak *keypoint*, maka langkah yang perlu dilakukan yaitu melakukan eliminasi *keypoint* yang memiliki kontras rendah. Proses penghilangan *keypoint* yang memiliki kontras yang rendah, maka digunakan cara dengan melihat nilai maksimal dan nilai minimal, jika nilai kurang dari *threshold* maka titik tersebut dianggap bukan merupakan *keypoint*.

2. Temukan dominasi orientasi *keypoint*

Gaussian penghalusan *image* $L(x, y, \theta)$ pada *keypoint* skala θ sehingga perhitungan menggunakan skala *invariant*. Dimana *image* yang diuji $L(x, y)$ dengan skala θ gradien magnitude $M(x, y)$ dihitung dengan melihat Persamaan 4:

$$M(x, y) = \sqrt{(L(x + 1, y) - L(x - 1, y))^2 + (L(x, y + 1) - L(x, y - 1))^2} \quad (4)$$

3. Hitung Deskriptor

Untuk mencari nilai dari descriptor *keypoint*, ukuran dari skala ruang pada *image* $L(x, y)$ maka hasil perhitungannya dapat dihitung dengan menggunakan rumus 5:

$$\theta(x, y) = \tan^{-1}((L(x, y + 1) - L(x, y - 1)) / (L(x + 1, y) - L(x - 1, y))) \quad (5)$$

4. Mencocokkan *image* dengan *image* lainnya

Ketika sudah mendapatkan *keypoint* dari masing-masing *image* yang sudah didapatkan hasilnya kemudian langkah selanjutnya mencocokkan dengan *keypoint* dari *image* lain. Sehingga didapat nilai matching *keypoint* yang menandakan ada tidaknya kecocokan pada sebuah objek.

BAB 3

Metodologi Penelitian

Metodologi yang diusulkan

Metodologi yang diimplementasikan pada penelitian ini adalah sebagaimana pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Metodologi yang Diusulkan

3.1. Tahap Literatur Review

Literatur review dilakukan adalah tahapan memperoleh informasi terkait topik penelitian seperti *image* forensik, citra digital, deteksi kecocokan objek, metode SIFT, pengolahan citra digital. Sumber dari literatur ini berasal dari file dokumen, jurnal, laporan penelitian, artikel, paper atau bahan tertulis lainnya. Sumber tersebut berbentuk teori bersifat dapat diakses secara langsung dalam buku atau menggunakan internet yang mendukung penelitian.

3.2. Tahap Usulan Solusi

Setelah melakukan studi literatur maka tahap berikutnya adalah melihat metode apa yang bisa digunakan baik berupa kelebihan dan kekurangannya, sehingga diusulkan metode untuk menyelesaikan deteksi analisis kecocokan objek menggunakan metode SIFT.

3.3. Tahap Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan penelitian ini dilakukan persiapan software dan hardware. Berikut ini software dan hardware yang digunakan:

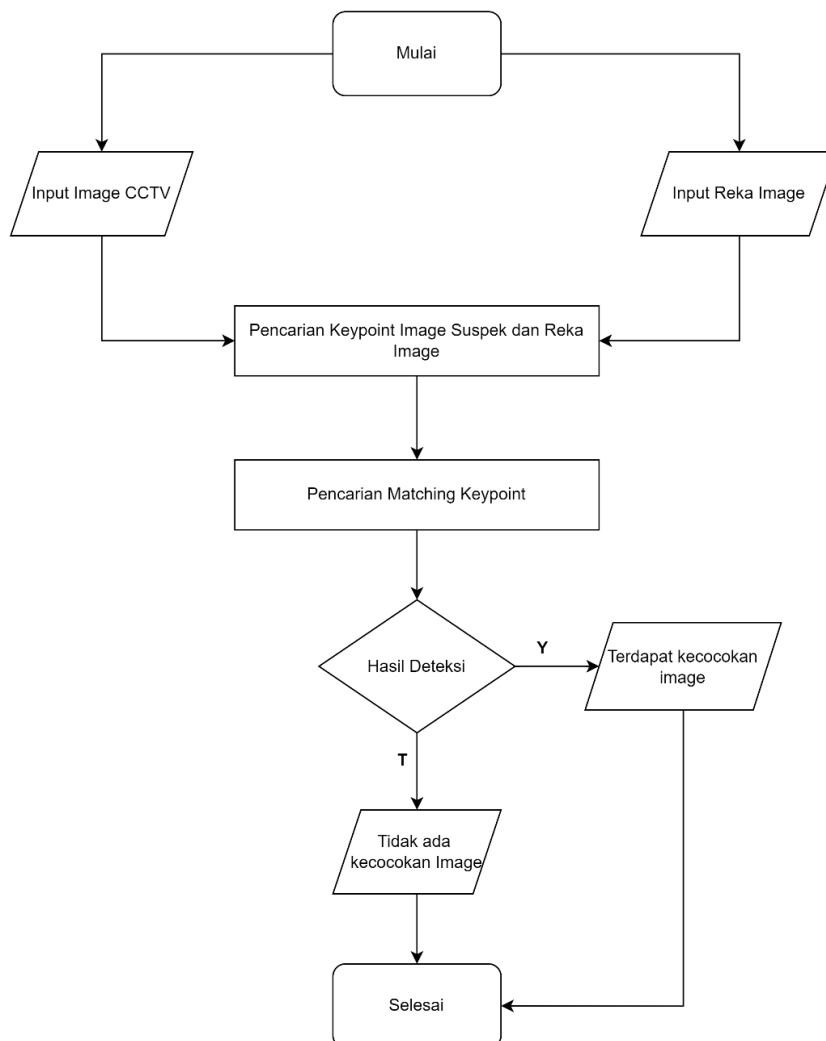
- a) Laptop Asus VivoBook 15
- b) Processor 11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.42 GHz
- c) SSD 240 GB
- d) Sistem Operasi Windows 11
- e) Matlab R2015

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa *image* dari cctv dan *image* rekam ulang yang menggunakan format ekstensi file JPG/JPEG dengan ukuran dari pixelnya tidak terbatas. Alasan menggunakan *image* berformat JPG/JPEG, karena format ekstensi tersebut bisa

diakses pada hampir semua program komputer dengan berbagai sistem operasi serta mempunyai tingkat kecerahan dan kejernihan yang cukup baik.

3.4. Tahap Pengembangan Sistem

Sistem ini dibangun untuk melakukan analisis deteksi kesesuaian objek image menggunakan metode SIFT. Dilakukan dengan mengambil sampel objek Video Rekaman CCTV kemudian diubah ke dalam JPG, kemudian mengambil sebuah frame yang digunakan sebagai objek yang akan dilakukan analisis. Setelah itu membuat dua objek reka ulang dengan kondisi yang hampir sama dengan objek suspek terduga pelaku. Setelah melalui proses tersebut kemudian melakukan analisis kecocokan objek yaitu dengan membandingkan antara objek suspek dengan dua objek reka-ulang menggunakan algoritma SIFT. Alur penelitian analisis kecocokan objek dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Alur Penelitian Analisis Kecocokan Objek

3.5. Tahap Implementasi Sistem

Implementasi sistem ini dilakukan dengan menggunakan kode matlab dibuat menggunakan metode SIFT untuk mendeteksi kecocokan objek *image*. Hasil yang didapat dari analisis *image* tersebut kemudian dilakukan perbandingan untuk mendapatkan kecocokan *image* yang asli reka-*image* pada hasil yang telah diperoleh kemudian melihat sejauh mana letak kecocokan *image* suspek dan reka *image*. Berikut tabel simulasi pengujian untuk data image siang hari, malam hari dan data image yang sudah dilakukan teknik *enhancement* tersaji pada tabel 3.1, tabel 3.2 dan tabel 3.3.

Tabel 3. 1 Simulasi Pengujian menggunakan Data Image Siang Hari

Image Suspek	Reka Image				
	A	B	C	D	E
A	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
B	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
C	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
D	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
E	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint

Tabel 3. 2 Simulasi Pengujian menggunakan Data Image Malam Hari

Image Suspek	Reka Image			
	A	B	C	D
A	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
B	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint

Image Suspek	Reka Image			
	A	B	C	D
C	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
D	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint

Tabel 3. 3 Simulasi Pengujian dengan menggunakan objek *enhancement*

Image Suspek	Reka Image			
	A	B	C	D
A	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
B	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
C	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint
D	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint	Nilai Keypoint Image dan Matching Keypoint

3.6. Tahap Analisa Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil dari implementasi yaitu mengenai bagaimana mendapatkan image, membandingkan image, mengenai tingkat key point, dan hasil dari akurasi deteksi dan kesamaan objek citra dengan menggunakan metode algoritma SIFT.

3.7. Tahap Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketepatan dalam mendeteksi kecocokan objek pada *image* menggunakan metode SIFT. Evaluasi Pengujian kecocokan objek *image* dengan metode SIFT ini menggunakan penilaian ketepatan (*accuration*) terkait kecocokan objek dari sisi ketelitian (*precision*) dan jumlah dari perolehan (*recall*). Berikut ini rumus persamaan dari *precision* (1), *recall* (2) dan *accuracy* (3).

$$Precision = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$Acuracy = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

Penjelasan :

1. True Positive (TP) :Memprediksi image suspek dan reka image orang yang sama ada kecocokan dan benar ada kecocokan
2. True Negative (TN): Memprediksi image suspek dan reka image orang yang berbeda tidak ada kecocokan dan benar tidak ada kecocokan
3. False Positive (FP): Memprediksi image suspek dan reka image orang yang sama ada kecocokan dan ternyata salah tidak ada kecocokan
4. False Negative (FN): Memprediksi image suspek dan reka image orang yang berbeda tidak ada kecocokan dan ternyata salah ada kecocokan

Tabel 3. 4 Pengujian akurasi dari hasil simulasi pengujian

Pengujian	TP	FN	FP	TN	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)
Simulasi 1 Siang Hari							
Simulasi 2 Malam Hari							
Simulasi 3 Teknik <i>enhancement</i>							

3.8.Tahap Kesimpulan

Setelah melakukan proses analisis hasil penelitian maka setelah itu membuat pernyataan fakta terkait dengan apa yang sudah diteliti untuk memberikan gambaran terkait hasil akhir dari penelitian yang dibuat.

BAB 4

Implementasi Dan Analisa

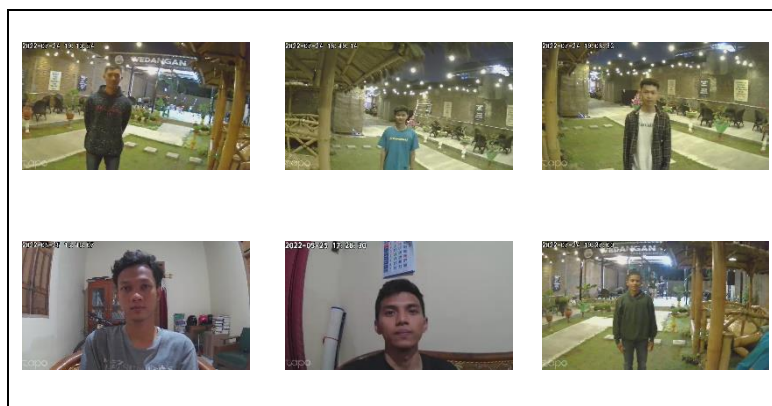
4.1. Implementasi

Penelitian ini mengimplementasikan algoritma SIFT menggunakan kode fungsi yang sudah dibuat dalam file aplikasi Matlab. File sampel gambar dalam format JPG/JPEG, file gambar *suspect* diambil dari hasil konversi video CCTV kedalam gambar JPEG. File objek reka image diambil dari foto menggunakan CCTV. Objek reka image yang dibuat adalah image dengan satu orang yang diduga adalah *suspect*, dan image orang yang berbeda. Kemudian proses selanjutnya adalah melakukan pemrosesan image untuk bisa dilakukan analisis dengan melakukan *compile* dan running algoritma SIFT yang sudah diterapkan dalam aplikasi Matlab sehingga dapat menghasilkan *keypoint* yang digunakan untuk mencocokkan objek *image* suspek dengan reka image.

4.2. Pre-Processing

Pengolahan awal (*preprocessing*) ini mempersiapkan data dari tahap pengumpulan data menjadi data yang bisa digunakan dalam penelitian. *Preprocessing* dilakukan untuk mengubah image kedalam bentuk *grayscale* dan melakukan *cropping* pada image.

A. Gambar Image sebelum dilakukan *pre-processing*



Gambar 4. 1 Image sebelum dilakukan pre-processing

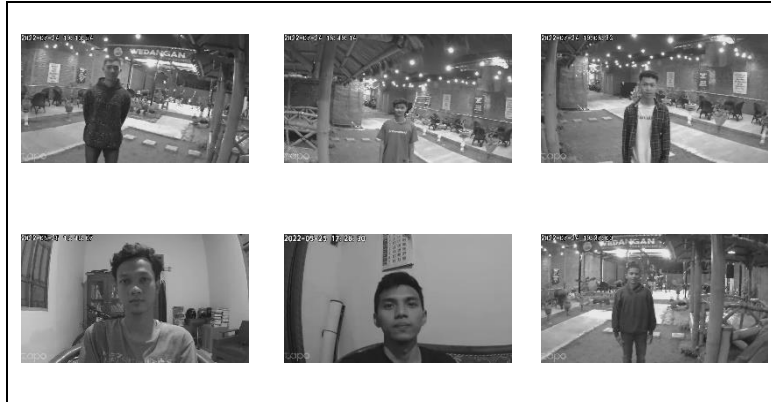
B. Coding program matlab untuk mengubah image kedalam bentuk *grayscale*

```

RGB = imread('gray_scale\1653474509945.jpg');
imshow(RGB)      I      =      rgb2gray(RGB);      figure
imwrite(I, 'gray_scale\rkimage13.jpg'); imshow(I)

```

C. Hasil Image setelah dilakukan proses perubahan kedalam bentuk *grayscale*



Gambar 4. 2 Hasil image perubahan RGB ke *Grayscale*

D. *Coding* program matlab untuk melakukan *cropping* pada image

```

I = imread('gray/rkimage13.jpg'); h = imrect;
position = wait(h); hasil_crop = imcrop(I, position);

figure, imshow(hasil_crop);
imwrite(hasil_crop, 'C:\Users\adysa\OneDrive\Pictures\Program\
siftDemoV4\gray\rkimagecrop13.jpg');

```

E. Hasil image setelah dilakukan proses *cropping*

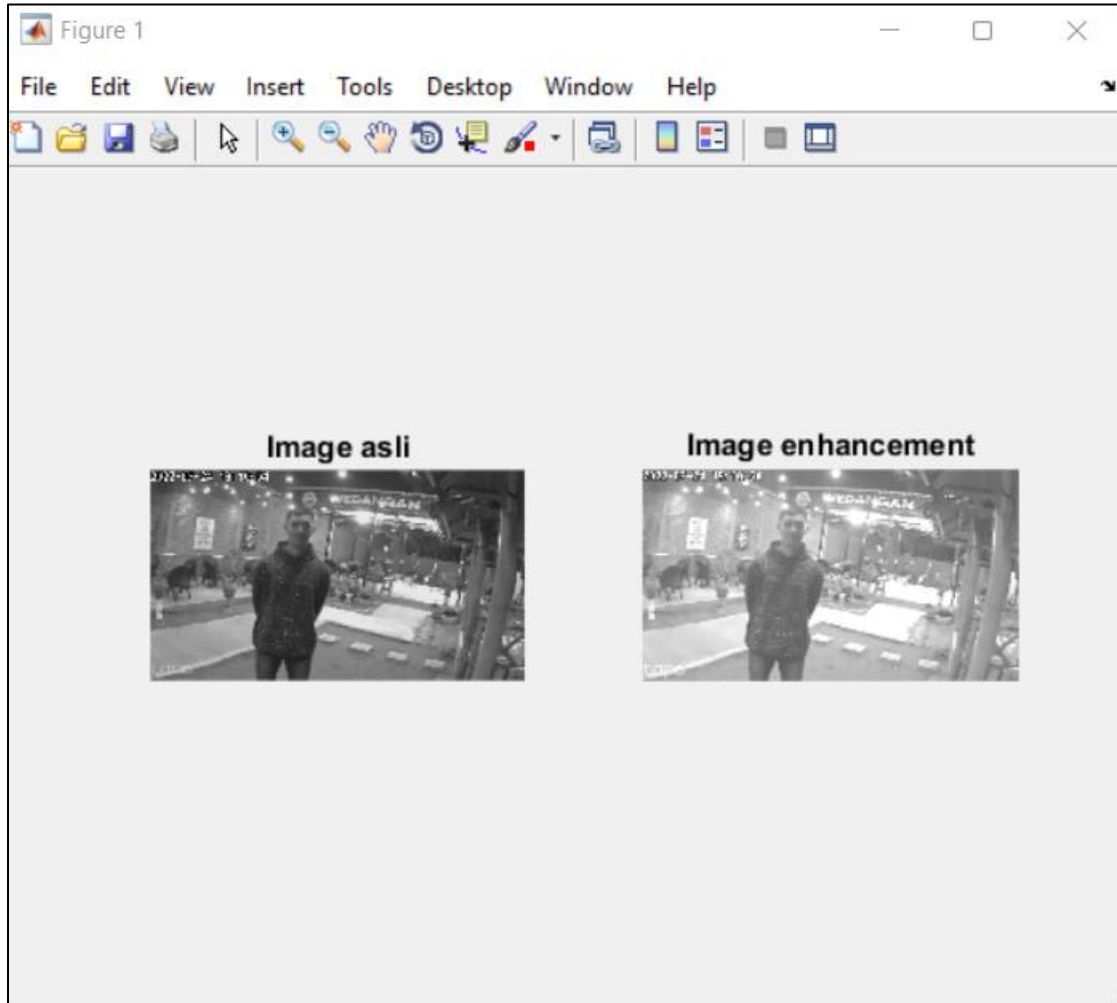


Gambar 4. 3 Hasil image proses *cropping*

F. *Coding* program untuk meningkatkan kontras *image*

```
I = imread('rkimage\rkmalam1.jpg');  
Kecerahan = I + 30;  
figure, imshow(Kecerahan);56
```

G. Hasil image sebelum dan setelah dilakukan peningkatkan kontras *image*



Gambar 4. 4 Hasil image proses *enhancement*

4.3. Tahapan Analisis Algoritma SIFT

Analisis kecocokan objek dalam proses penanganan bukti digital secara forensik merupakan hal yang penting untuk dapat menentukan pelaku tindak kejahatan. Algoritma SIFT melakukan deteksi dengan mengubah *image* menjadi vektor fitur lokal untuk melakukan pendekatan dalam melakukan deteksi objek melalui titik-titik *keypoint*. Tahapan untuk menghasilkan *keypoint* yang digunakan untuk mencocokkan objek adalah sebagai berikut :

1. *Scale Space Extreme Detection* : Tahap pertama dalam proses algoritma SIFT mencari ruang skala dan lokasi gambar dengan menggunakan fungsi *difference-of-Gaussian*.
2. *Keypoint localization* : lokasi dan ukuran skala dari sebuah *keypoint* dipilih berdasarkan ukuran ketahanan dalam perubahan yang dilakukan pada *image*.
3. *Orientation Assigment* : menetapkan orientasi kepada setiap *keypoint*.
4. *Keypoint Descriptor* : membuat deskripto untuk tiap *keypoint* dimana berfungsi untuk mendeteksi tiap setiap *keypoint*.

4.4. Analisis Fungsi Matlab

Pada source code matlab Algoritma SIFT, terdapat tahapan atau fungsi yang berpengaruh terhadap analisa image yang dilakukan, diantaranya :

1. `imread`, adalah kode yang digunakan untuk melakukan pembacaan pada file *image*.

```
RGB = imread('gray_scale\1653474509945.jpg');
```

2. `rgb2gray (rgb)` mengubah image true color RGB ke image intensitas grayscale, dengan menghilangkan informasi hue dan saturation untuk mempertahankan kontras image.

```
I = rgb2gray(RGB);
```

3. Source code untuk mencari DOG (Difference Of Gaussian) map lokalisasi keypoint pada setiap pikselnya

```
for i=1:octave
    temp_D=D{i};
    for j=1:level
        scale=sigma0*sqrt(2)^(1/level)^((i-1)*level+j);
        p=(level)*(i-1);
        figure(1);
        subplot(octave,level,p+j);
        f=fspecial('gaussian',[1,floor(6*scale)],scale);
        L1=temp_img;
        if(i==1&&j==1)
            L2=conv2(temp_img,f,'same');
            L2=conv2(L2,f,'same');
            temp_D(:,:,j)=L2-L1;
            imshow(uint8(255 * mat2gray(temp_D(:,:,j))));
        end
        L1=L2;
    end
end
```

```

        Else
            L2=conv2(temp_img,f,'same');
            L2=conv2(L2,f,'same');
            temp_D(:,:,j)=L2-L1;
            L1=L2;
            if(j==level)
                temp_img=L1(2:end-1,2:end-1);
            end
            imshow(uint8(255 * mat2gray(temp_D(:,:,j))));
        end
    end
    D{i}=temp_D;
    temp_img=temp_img(1:2:end,1:2:end);
    temp_img=padarray(temp_img,[1,1],'both','replicate');
end

```

4. Lokalisasi keypoint digunakan untuk menghilangkan titik point atau titik terendah dari sebuah *image*

```

toc
tic
interval=level-1;
number=0;

```

5. menghapus point - point yang tidak dapat dicari dan menambahkan point - point orientasi sehingga menghasilkan keypoint yang baru, dengan area piksel dimensi 4x4

```

idx= kpori==0;
kpori(idx)=[];
extr_volume=length(extrema)/4;
toc

```

6. Melakukan enhancement dengan menaikkan kontras *image*

```

I = imread('rkimage\rkmalam1.jpg');
Kecerahan = I +30;
figure, imshow(Kecerahan);56

```

7. Cropping image yaitu melakukan crop pada image untuk mendapat analisis kecocokan objek yang tepat.

```
I = imread('gray/rkimage13.jpg'); h = imrect;  
position = wait(h); hasil_crop = imcrop(I, position);
```

9. Imwrite, melakukan penyimpanan pada objek *image* hasil dari perubahan

```
imwrite(I, 'gray_scale\rkimage13.jpg'); imshow(I)
```

10. Deskriptor Keypoint, untuk mendeskripsikan titik titik *keypoint*

```
des2t = des2t'; % Precompute matrix transpose  
for i = 1 : size(des1,1)  
    dotprods = des1(i,:) * des2t; % Computes vector of dot products  
    [vals,indx] = sort(acos(dotprods)); % Take inverse cosine and sort  
    results  
  
    % Check if nearest neighbor has angle less than distRatio times 2nd.  
    if (vals(1) < distRatio * vals(2))  
        match(i) = indx(1);  
    else  
        match(i) = 0;  
    end  
end
```

4.5. Hasil Pengujian

Untuk menguji metode SIFT digunakan aplikasi matlab yang sudah disiapkan program SIFT nya untuk melakukan deteksi kecocokan objek image. Data *image* dalam penelitian ini tersaji pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Image Penelitian



Data Image Penelitian		
		
		
		
		

Simulasi pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi kecocokan objek menggunakan metode SIFT. Berikut tabel 4.2 menampilkan hasil dari simulasi pengujian menggunakan data image siang hari. dan tabel 4. 3 menampilkan Selain pengujian data pada saat siang hari dan malam hari juga terdapat pengujian dengan melakukan teknik *enhancement* pengujian menggunakan data image malam hari tersaji pada tabel 4.4.

Tabel 4. 2 Simulasi Pengujian menggunakan Data Image Siang Hari


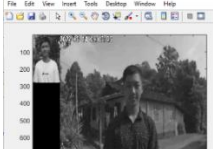

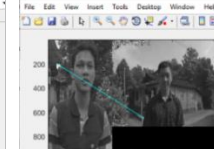

Image Suspek	Reka Image				
	A	B	C	D	E
 <p> Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image A : 360 Nilai Matching Keypoint : 0 </p>	 <p> Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image B : 421 Nilai Matching Keypoint : 0 </p>	 <p> Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image C : 491 Nilai Matching Keypoint : 0 </p>	 <p> Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image D : 3828 Nilai Matching Keypoint : 0 </p>	 <p> Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image E : 76 Nilai Matching Keypoint : 0 </p>	

Image Suspek		Reka Image				
	A	B	C	D	E	
B	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image A : 272 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image B : 421 Nilai Matching Keypoint : 24	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image C : 491 Nilai Matching Keypoint : 2	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image D : 3828 Nilai Matching Keypoint : 1	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image E : 76 Nilai Matching Keypoint : 0	
C	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image A : 272 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image B : 421 Nilai Matching Keypoint : 1	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image C : 491 Nilai Matching Keypoint : 30	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image D : 3828 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 6313 Reka Image E : 76 Nilai Matching Keypoint : 0	
D	 Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image A : 272 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image B : 421 Nilai Matching Keypoint : 1	 Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image C : 491 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image D : 3828 Nilai Matching Keypoint : 86	 Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image E : 76 Nilai Matching Keypoint : 0	
E	 Nilai Keypoint Image Suspek E : 1877 Reka Image A : 272 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek E : 1877 Reka Image A : 421 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek E : 1877 Reka Image A : 491 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek E : 1877 Reka Image A : 3828 Nilai Matching Keypoint : 1	 Nilai Keypoint Image Suspek E : 1877 Reka Image A : 76 Nilai Matching Keypoint : 2	

Tabel 4. 3 Simulasi Pengujian menggunakan Data Image Malam Hari




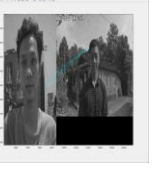








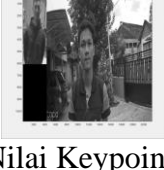



Image Suspek	Reka Image			
	A	B	C	D
A	 Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image A : 407 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image B : 421 Nilai Matching Keypoint : 1	 Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image C : 626 Nilai Matching Keypoint : 1	 Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image D : 974 Nilai Matching Keypoint : 5
B	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image A : 407 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image B : 387 Nilai Matching Keypoint : 24	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image C : 626 Nilai Matching Keypoint : 2	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image D : 974 Nilai Matching Keypoint : 1
C	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image A : 272 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image B : 387 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image C : 626 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image D : 974 Nilai Matching Keypoint : 0
D	 Nilai Keypoint	 Nilai Keypoint	 Nilai Keypoint	 Nilai Keypoint

Image Suspek	Reka Image			
	A	B	C	D
	Image Suspek D : 13402 Reka Image A : 407 Nilai Matching Keypoint : 0	Image Suspek D : 13402 Reka Image B : 387 Nilai Matching Keypoint : 0	Image Suspek D : 13402 Reka Image C : 626 Nilai Matching Keypoint : 1	Image Suspek D : 13402 Reka Image D : 974 Nilai Matching Keypoint : 1

Tabel 4. 4 Simulasi Pengujian dengan menggunakan objek enhancement

















Image Suspek	Reka Image			
	A	B	C	D
A	 Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image A : 774 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image B : 472 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image C : 744 Nilai Matching Keypoint : 2	 Nilai Keypoint Image Suspek A : 2758 Reka Image D : 1198 Nilai Matching Keypoint : 2
B	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image A : 774 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image B : 472 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image C : 744 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek B : 3790 Reka Image D : 1198 Nilai Matching Keypoint : 2
C	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image A : 774 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image B : 472 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image C : 774 Nilai Matching Keypoint : 0	 Nilai Keypoint Image Suspek C : 6313 Reka Image D : 1198 Nilai Matching Keypoint : 0

Image Suspek	Reka Image			
	A	B	C	D
D				
	Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image A : 774 Nilai Matching Keypoint : 1	Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image B : 472 Nilai Matching Keypoint : 0	Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image C : 744 Nilai Matching Keypoint : 1	Nilai Keypoint Image Suspek D : 13402 Reka Image D : 1198 Nilai Matching Keypoint : 0

Setelah mendapatkan hasil dari simulasi pengujian ada atau tidaknya kecocokan pada image suspek dan reka image maka perlu dilakukan akurasi pengujian terhadap hasil yang sudah diperoleh. Pengujian akurasi dilakukan untuk menguji hasil dari simulasi pengujian yang sudah dilakukan, pengujian ini menggunakan pengujian ketepatan (*accuracy*). Pengujian akurasi tersaji pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Pengujian akurasi simulasi pengujian

Pengujian	TP	FN	FP	TN	<i>Accuracy</i> (%)	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)
Simulasi 1 Siang Hari	3	0	1	5	80%	75%	100%
Simulasi 2 Malam Hari	0	4	0	4	50%	0%	0%
Simulasi 3 Teknik <i>Enhancement</i>	0	4	0	4	50%	0%	0%

4.6. Analisis Hasil Pengujian

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan antara image suspect dengan objek pembandingan reka-image dengan menggunakan 15 data image. Pada pengujian ini menggunakan 2 simulasi pengujian yaitu simulasi pada saat kondisi siang hari dan malam hari dimana tiap simulasi membandingkan image suspek dengan objek reka image yang dibuat. Objek image yang dibuat yaitu image suspek dan reka image. Objek image dibuat dengan memperhatikan kondisi pakaian, posisi tubuh, kondisi cahaya dan kondisi sekitar objek.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan algoritma SIFT, yaitu dengan melakukan deteksi kecocokan objek antara image suspect dengan reka image lainnya pada setiap simulasi pengujian. Pada hasil simulasi pengujian pada siang hari terdapat perbedaan nilai *keypoint* yang didapatkan. Hasil penelitian didapatkan bahwa nilai perbandingan *keypoint* dari masing masing image memiliki tingkat perbedaan yang signifikan dimana objek yang dapat dideteksi dan menghasilkan nilai kecocokan image yang tinggi adalah reka image yang dibuat dengan objek dengan pakaian yang sama dan posisi yang sama dengan image suspek, hal ini terbukti pada hasil simulasi pengujian pada siang hari tingkat kecocokan imagenya sangat tinggi yaitu objek image suspek dengan objek reka image dengan orang yang sama. Akan tetapi objek reka image dengan orang yang berbeda tidak memiliki tingkat kecocokan image.

Sedangkan hasil simulasi pengujian pada malam hari tingkat kecocokan objek antara image suspek dan reka image tidak terdapat kecocokan image, baik dari image suspek dan reka image orang yang sama maupun dengan reka image orang yang berbeda. Hasil dari peningkatan image menggunakan teknik kontras tingkat kecocokan objek antara image suspek dan reka image tidak memiliki tingkat kecocokan. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa metode SIFT bisa diimplementasikan untuk mendeteksi tingkat kecocokan image pada saat siang hari serta posisi, pencahayaan dan pakaian antara image suspek dengan reka image hampir sama. Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena pendeteksian kecocokan image dengan image yang belum diketahui aslinya belum pernah dilakukan, sehingga pada penelitian ini menerapkan metode SIFT sebagai algoritma untuk melakukan deteksi kecocokan image antara image suspek dan reka image.

BAB 5

Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Hasil dari kesimpulan pada penelitian ini yaitu cara kerja dari metode SIFT ini adalah dengan mencari keypoint dari masing-masing image antara image suspek dan reka image. Kemudian mencocokkannya dengan menggunakan matching keypoint. Sehingga didapatkan ada tidaknya kecocokan image menggunakan matching keypoint. Metode SIFT dapat diimplementasikan untuk melakukan deteksi kecocokan objek image suspek dan reka image pada saat siang hari. Dapat dilihat bahwasanya hasil pengujian analisis kecocokan objek image suspek dengan reka image yang sama berhasil terdeteksi secara baik dengan akurasi 80%.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu untuk mengembangkan lebih lanjut perlu dilakukan kombinasi algoritma untuk bisa mengidentifikasi dan mendeteksi lebih dalam terkait dengan tingkat akurasi kecocokan objek. Perlu membuat reka image yang memiliki tingkat pencahayaan yang sama dengan objek suspect dan memiliki selisih pixel yang hampir sama dengan objek yang akan dilakukan analisis kecocokan objek.

Daftar Pustaka

- A. Alberry, H., A. Hegazy, A., & I. Salama, G. (2018). A fast SIFT based method for copy move forgery detection. *Future Computing and Informatics Journal*, 3(2), 159–165. <https://doi.org/10.1016/j.fcij.2018.03.001>
- Andono, P. N., Sutojo, T., & Muljono. (2017). *Pengolahan Citra Digital*. Andi.
- D.G.Lowe. (2004). Distinctive image features from scale-invariant keypoints. *International Journal of Computer Vision*, 60(2), 91–110.
- Darma, P. (2010). *Pengolahan Citra*. Andi.
- Efendi, M. M., Rosidin, & Wahyudi, E. (2019). Metode Algoritma SIFT dan Histogram Color RGB Untuk Analisis Manipulasi Copy-Move pada Citra Digital. *Jurnal Explore STMIK Mataram*, 9(1), 31–35.
- Faturohman, V., Kusnaendar, J., & Wihardi, Y. (2020). Perbandingan Algoritma Deteksi Fitur SIFT , SURF dan ORB dalam Proses Deteksi Objek Pada Video CCTV. *Jurnal Aplikasi Dan Teori Ilmu Komputer*, 3(2), 70–77.
- Harahap, H. P. (2016). Pendeteksi Objek pada Citra Menggunakan Pencocokan Titik-Titik Fitur berbasis Algoritma SURF dan MSER. *Komputasi*, 13(2), 71–79.
- Husada, M. G., UTAMI, D. B., & ZAR, I. (2019). Karakteristik Metode Sift dalam Aplikasi Sistem Pengenalan Motif Batik. *MIND Journal*, 4(2), 122–131. <https://doi.org/10.26760/mindjournal.v4i2.42-51>
- Khairunnisak, K., Ashari, H., & Kuncoro, A. P. (2020). Analisis Forensik Untuk Mendeteksi Keaslian Citra Digital Menggunakan Metode Nist. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 3(2), 72–81. <https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v3i2.634>
- Lionnie, R., Kadarina, T. M., & Alaydrus, M. (2018). Analisis Metode SIFT dan SURF untuk Sistem Pendeteksi Gambar Termanipulasi Penyerangan Copy-Move Forgery. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 8(3), 183. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v8i3.3074>
- Miftahuddin, Y., Fahrudin, N. F., & Prayoga, M. F. (2021). Algoritma Scale Invariant Feature

- Transform (SIFT) pada Deteksi Kendaraan Bermotor di Jalan Raya. *MIND Journal*, 5(1), 54–65. <https://doi.org/10.26760/mindjournal.v5i1.54-65>
- Prakarsa, A. P., Bustami, M. I., Kom, S., Kom, M., & Kisbianty, D. (2021). Implementasi Algoritma SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) dan Algoritma Kalman Filter dalam Mendeteksi Objek Bola. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, 1, 11–21.
- Putra, A. I., Umar, R., & Fadlil, A. (2018). Analisis Forensik Deteksi Keaslian Metadata Video Menggunakan Exiftool. *Seminar Nasional Informatika 2018 (SemnasIF 2018)*, 2018(November), 21–25.
- Rainer, B., Freiling, F., C, Gloe, T., & Kirchner, M. (2009). Multimedia forensics is not computer forensics. *International Workshop on Computational Forensics*, 90–103.
- Riadi, I., Yudhana, A., & Sulisty, W. Y. (2019). Analisis Image Forensics Untuk Mendeteksi Pemalsuan Foto Digital. *Mobile and Forensics*. <https://doi.org/10.12928/mf.v1i1.703>
- Rosidin, Sugiantoro, B., & Prayudi, Y. (2018). Analisis Pendeteksi Kecocokan Objek Pada Citra Digital Dengan Metode Algoritma Sift Dan Histogram Color Rgb. *Cyber Security Dan Forensik Digital*, 1(1), 20–27. <https://doi.org/10.14421/csecurity.2018.1.1.1235>
- Sulistiyani, S. R., Seyawan, F. A., & Komarudin, M. (2016). *Pengolahan citra dasar dan contoh penerapannya* (Warsito (ed.)). Teknosain.
- Sutoyo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V., & Nurhayati, O. D. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Andi.
- Tresnaningsih, W. R., Purwandari, E. P., Andreswari, D., & Pseudocode, J. (2017). Deteksi Pemalsuan Citra Copy Move Menggunakan Dyadic Wavelet Dan. *Jurnal Pseudocode*, IV(1).
- Vijayan, V., & Kp, P. (2020). A Comparative Analysis of RootSIFT and SIFT Methods for Drowsy Features Extraction. *Procedia Computer Science*, 171(2019), 436–445. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.046>