

Penerapan Metode Sift Dan AHC Untuk Deteksi Pemalsuan Citra

Application of Sift and AHC Methods for Image Forgery Detection

Khairunnisa^{a,1}, Iwan Fitrianto Rahmad^{b,2}

^aUniversitas Potensi Utama, JL. KL. Yos Sudarso Km 6,5, Medan, 20241, Indonesia

^b Universitas Potensi Utama, JL. KL. Yos Sudarso, Medan, 20241, Indonesia

Khairunnisa06062002@gmail.com¹, iwanfitrah@yahoo.com²

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi semakin pesat dan menghadirkan berbagai aplikasi pengolahan citra yang memudahkan dalam memanipulasi gambar. Manipulasi suatu citra dapat mengakibatkan seseorang salah pengertian dalam melihat citra tersebut. Di zaman sekarang begitu banyak aplikasi untuk memalsukan citra, semakin mudah seseorang dalam mengedit citra asli ke citra palsu. Sangat berbahaya jika pemalsuan ini digunakan untuk hal yang negatif. Penelitian ini menggunakan teknik pemalsuan citra yaitu *copy move* dimana artinya adalah cara memalsukan citra dengan menyalin satu bagian dan menempelkannya di bagian yang lain untuk menyembunyikan sesuatu, sehingga sulit membedakan ymana yang asli dan palsu. Dengan adanya aplikasi dibuat dapat memberikan kemudahan dalam menganalisa sebuah citra. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu metode deteksi pemalsuan citra berbasis *copy-move* menggunakan algoritma SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) dan AHC (*Agglomerative Hierarchical Clustering*). SIFT digunakan untuk mengekstrak titik-titik kunci dari gambar, sedangkan AHC digunakan untuk mengelompokkan titik-titik kunci yang serupa. Dengan membandingkan kelompok-kelompok titik kunci tersebut, dapat dideteksi adanya duplikasi bagian gambar yang mengindikasikan adanya manipulasi. Hasil akhir penelitian ini menunjukkan bahwa deteksi pemalsuan citra menggunakan SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) dan AHC (*Agglomerative Hierarchical Clustering*) dapat menemukan perbedaan yang signifikan antara citra asli dan citra palsu.

Kata Kunci : Deteksi pemalsuan citra, *copy-move*, SIFT, AHC.

ABSTRACT

The development of information technology is increasingly rapid and presents various image processing applications that make it easier to manipulate images. Image falsification can cause misunderstandings for someone who sees the image. With the many image processing applications, it is increasingly easy to change certain areas of the image, which results in many doctored and manipulated images that are not genuine. There will be people who will be harmed if this happens continuously, especially if this activity is carried out with negative intentions. One type of image falsification is *copy-move*, where *copy-move* is an image falsification technique that is carried out by copying a part of the image and placing the copied part onto the part of the object that you want to cover, so that it can produce a fake image and difficult to detect with the naked eye. This application can make it easier to analyze an image. This research aims to develop a *copy-move* based image forgery detection method using the SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) and AHC (*Agglomerative Hierarchical Clustering*) algorithms. SIFT is used to extract key points from images, while AHC is used to group similar key points. By comparing groups of key points, duplication of parts of the image can be detected which indicates manipulation. The final results of this research show that image forgery detection using SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) and AHC (*Agglomerative Hierarchical Clustering*) can find significant differences between real images and fake images.

Keywords : Image forgery detection, *copy move*, SIFT, AHC.

Info Artikel :

Disubmit: 02 Agustus 2024

Direview: 12 September 2024

Diterima : 15 Oktober 2024

1. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi informasi menjadi meningkatnya penerapan untuk berbagai keperluan seperti hiburan, pekerjaan, dan pembelajaran. Warga telah mulai menyadari hendak bernilainya internet selaku pusat bermacam informasi, baik diperkotaan sampai pedesaan. internet telah sebagai salah satu perihal patut guna memperoleh informasi[1]. Aplikasi pengolah gambar adalah yang paling berkembang. Saking canggihnya aplikasi pengolah gambar saat ini, memungkinkan modifikasi area tertentu pada suatu gambar dengan mudah. Akibatnya, banyak gambar yang dimanipulasi untuk membuatnya terlihat tidak asli. Jika peristiwa ini berulang terus, akan ada pihak yang dirugikan. Terlebih lagi jika kegiatan itu dilakukan dengan niat negatif.

Manipulasi citra seringkali tidak terlihat oleh penglihatan manusia karena sulit membedakan citra yang telah diubah. Penyebaran citra palsu yang melibatkan tokoh masyarakat, publik figur atau artis. Dapat berdampak signifikan terhadap opini publik yang menimbulkan kontroversi yang luas. Dengan adanya gambar yang telah di edit menjadi palsu akan mengakibatkan permasalahan di lingkungan masyarakat misalnya muncul informasi tidak benar, sehingga mudah terjadi salah paham [2].

Masyarakat terasa kebingungan dan ingin tahu kebenaran serta keaslian foto-foto tersebut. Masyarakat biasa seringkali merasa sulit menilai apakah sebuah foto asli atau palsu tanpa bukti atau rujukan langsung. Oleh karena itu, dibutuhkan alat bantu, seperti aplikasi komputer, untuk membantu menguji keaslian foto-foto tersebut. Pada penelitian ini penulis menggunakan teknik *copy move*. Tujuan dari teknik pemalsuan *copy move* yaitu untuk menyembunyikan sesuatu ke dalam citra dan menyalin ke bagian lain, sehingga yang disembunyikan tidak terlihat secara kasat mata. Metode yang akan digunakan adalah *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT) dan *Agglomerative Hierarchical Clustering*.

Metode sift adalah pendekatan berbasis fitur yang banyak digunakan untuk deteksi pemalsuan citra. Algoritma sift digunakan untuk mengekstrak titik kunci yang berbeda pada citra. *Keypoint* yaitu titik yang identik, yang mempunyai letak khusus di *scene* seperti sudut buku[3]. Metode ahc yaitu algoritma dalam analisis kluster hierarkis aglomeratif, dimana untuk memulai proses dengan membentuk kluster individu setiap data. Selanjutnya, kluster-kluster tersebut dikelompokkan secara bertahap berdasarkan tingkat kesamaan yang paling tinggi, dengan menggunakan metrik jarak tertentu[4].

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, penulis tertarik untuk mengangkat permasalahan ini dalam penelitian yang judul “**Penerapan Metode Sift Dan Ahc Untuk Deteksi Pemalsuan Citra**”.

A. Matlab(Matrix Laboratory)

Matlab yaitu sebuah perangkat lunak yang dikembangkan dengan *Mathworks*, Inc dengan menggunakan matriks pada penggunaannya. Salah satu fungsi Matlab yaitu mencakup pengembangan alat komputasi, termasuk perangkat lunak. Hal ini menjadikannya platform serbaguna dalam pencitraan medis, misalnya citra medis hasil radiografi[5].

B. Citra

Citra adalah gambaran dari suatu objek. Citra sebagai hasil keluaran dari suatu sistem pencatatan data dapat menghasilkan berbagai jenis gambar, termasuk gambar optik seperti foto, gambar analog yang diwakili sinyal video, dan gambar digital yang dapat disimpan di komputer[6].

C. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra Digital merupakan ilmu yang merupakan yang membahas tentang memproses suatu citra, citra tersebut yaitu foto dan video[7].

D. Pemalsuan Citra

Pemalsuan citra merupakan masalah yang berkembang di berbagai bidang termasuk kejahatan, politik fotografi, dan hiburan. Proses pemalsuan gambar digital menjadi semakin mudah karena banyaknya perangkat lunak pengolah gambar[8].

2. METODE

Metode Penelitian ini menggunakan metode SIFT (*Scale-Invariant Feature Transform*) dan AHC (*Agglomerative Hierarchical Clustering*) untuk mendeteksi pemalsuan citra.

A. Penerapan Metode Scale-Invariant Feature Transform

Metode SIFT mendeteksi dan mendeskripsikan fitur lokal dalam suatu gambar, algoritma sift menghasilkan deskriptor titik kunci yang dapat dibandingkan antar gambar untuk menentukan kesamaannya[9].

a. Proses Grayscale

Berikut contoh matriks dengan ukuran 3x3.

(0,0) R:99 G: 156 B: 180	(0,1) R:97 G: 157 B:187	(0,2) R:98 G: 165 B: 176
(1,0) R:99 G: 156 B: 177	(1,1) R:97 G: 163 B: 178	(1,2) R: 95 G: 149 B: 168

(2,0) R: 100 G: 156 B: 177	(2,1) R: 99 G: 163 B: 174	(2,2) R: 93 G: 149 B: 168	➡	(0,0) 146	(0,1) 143	(0,2) 138
				(1,0) 146	(1,1) 150	(1,2) 138
				(2,0) 146	(2,1) 142	(2,2) 139
Matriks Citra RGB				Matriks Citra Grayscale		

Berikut proses perhitungan di titik 1,1 :

$$GS(\text{Grayscale}) = 0.21 * 97 + 0.72 * 163 + 0.07 * 178$$

$$GS = 20.37 + 117.36 + 12.46$$

$$GS = 150.19 = 150$$

b. Deteksi Ekstrem Ruang Skala

Berikut proses perhitungan pada titik koordinat $x = 1, y = 1$

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

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2 * 3.14 * 1.6^2} 2.72^{-(1^2+1^2)/2*1.6^2}$$

$$G(x, y, \sigma) = 0.0421$$

Setelah nilai *gaussian* didapat yaitu 0.0421, selanjtnya dicari nilai *scale space* dengan nilai *greyscale* 155.

$$l(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * l(x, y) \quad (x, y, \sigma) = 0.0421 * 150 \quad l(x, y, \sigma) = 631$$

Hasil perhitungan *gaussian blur* di setiap titik koordinat sebagai berikut:

(0,0) 9,04	(0,1) 7,46	(0,2) 4,17
(1,0) 7,67	(1,1) 6,31	(1,2) 3,40
(2,0) 3.87	(2,1) 3,28	(2,2) 1,89

Kemudian untuk mendapatkan nilai *Different of Gaussian* (DoG), dibutuhkan perhitungan nilai *gaussian blur* dengan persamaan berikut:

$$G(x, y, k\sigma) = \frac{1}{2 * 3.14 * (\sqrt{2} * 1.6^2)} 2.72^{-(1^2+1^2)/2*(\sqrt{2}*1.6^2)}$$

$$G(x, y, k\sigma) = 0.0256$$

c. Lokalisasi Titik Kunci

Untuk mendapatkan letak ekstremum dari titik kunci dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Z = - \left(\frac{\partial^2 D}{\partial x^2} \right)^{-1} \frac{\partial D}{\partial x}$$

$$Z = - \left(\frac{\partial}{\partial x} * x \right)^{-1} \frac{\partial}{\partial x}$$

$$Z = -(D * x)^{-1} + (D * x)$$

$$Z = -(2.34)^{-1} + (2.34)$$

$$Z = - \frac{1}{2.34} (2.34)$$

$$Z = -1$$

d. Penetapan Orientasi

Penerapan *Gaussian smooth* L dengan skala terdekat dengan skala titik kunci. Pada sampel citra L(x,y) hasil *Gaussian Blur*, *magnitude* M(x,y) dihitung dengan menggunakan rumus dimana x = 1, y = 1 dan perhitungannya adalah

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

$$m(x,y) = \sqrt{(3.21 - 7.46)^2 + (3.3 - 7.67)^2}$$

$$m(x,y) = \sqrt{37.1594} = 6.09$$

e. Keypoint Descriptor

Skala ruang pada citra L(x,y) hasil *Gaussian Blur* dihitung menggunakan rumus dimana x = 1 dan y = 1 dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

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

$$\theta(x,y) = \tan^{-1} 1.0282$$

$$\theta(x,y) = \tan^{-1} 0.7962 \text{ atau } 45.65^\circ.$$

B. Penerapan Metode Agglomerative hierarchical clustering

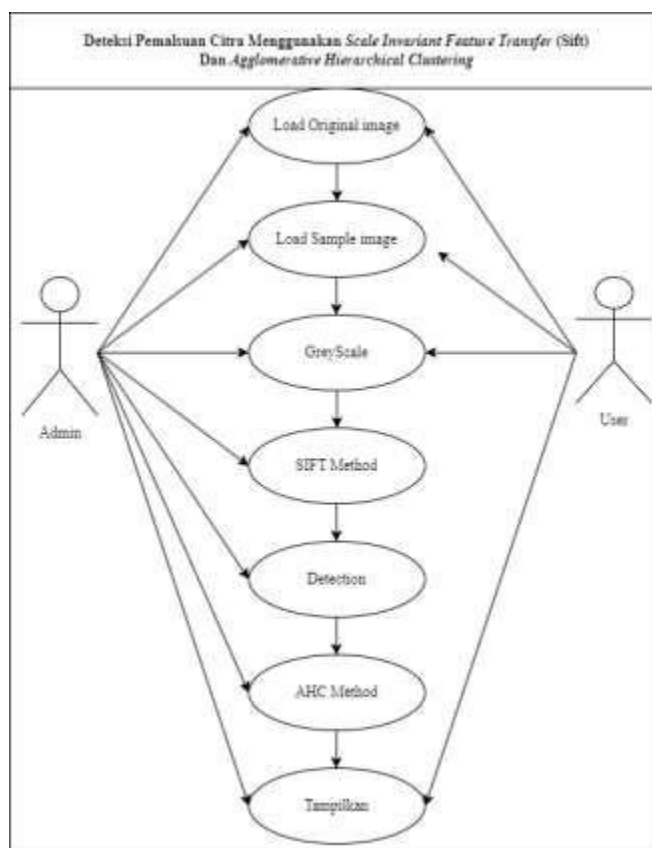
Metode agglomerative yaitu metode untuk mengelompokkan hierarki dengan *bottom up*[10]. Algoritma serupa dengan *agglomerative clustering* ini adalah metode *Divisif* dan juga metode *K-Means*[11]

Proses pengelompokkan:

1. Mengatur data menjadi pengelompokkan
Untuk keperluan analisis ini kita asumsikan menjadi 3 kelompok.
2. Membuat kelompok pertama dari piksel
 $B1 = (99,156,180) = \text{Piksel } (0,0) \text{ atau Piksel } 1$
 $B2 = (97, 157, 187) = \text{Piksel } (1,0) \text{ atau Piksel } 2$
 $B3 = (98,165,176) = \text{Piksel } (2,0) \text{ atau Piksel } 3$
 $B4 = (99,156,177) = \text{Piksel } (0,1) \text{ atau Piksel } 4$
 $B5 = (97,163,178) = \text{Piksel } (1,1) \text{ atau Piksel } 5$
 $B6 = (95,159,168) = \text{Piksel } (2,1) \text{ atau Piksel } 6$
 $B7 = (100,156,177) = \text{Piksel } (0,2) \text{ atau Piksel } 7$
 $B8 = (96,163,174) = \text{Piksel } (1,2) \text{ atau Piksel } 8$
 $B9 = (93,149,168) = \text{Piksel } (2,2) \text{ atau Piksel } 9$
3. Menemukan pasangan setiap piksel dengan jarak terdekat
 $B1_{\text{baru}} = B1_{\text{Lama}} + B4_{\text{Lama}} = \{(99,156,180), (99,156,177)\}$
 $B2_{\text{baru}} = B2_{\text{Lama}} + B5_{\text{Lama}} = \{(97, 157, 187), (97,163,178)\}$
 $B3_{\text{baru}} = B3_{\text{Lama}} + B6_{\text{Lama}} = \{(98,165,176), (95,159,168)\}$
 $B4_{\text{baru}} = B8_{\text{Lama}} + B9_{\text{Lama}} = \{(96,163,174), (93,149,168)\}$
 $B5_{\text{baru}} = B7_{\text{Lama}} = \{(100,156,177)\}$
4. Karena hasil kelompok yang diperoleh lebih besae dari yang ditetapkan maka prsoses pengelompokkan dilakukan dengan menemukan pasangan dari kelompok sebelumnya. Sehingga pada akhirnya diperoleh hasil pengelompokkan dengan tiga kelompok akhirsebagai berikut.
 $B1 = \{(99,156,180), (99,156,177), (97, 157, 187), (97,163,178)\}$
 $B2 = \{(98,165,176), (95,159,168), (96,163,174), (93,149,168) \}$
 $B3 = \{(100,156,177) \}$
5. Selesai

C. Use Case Diagram

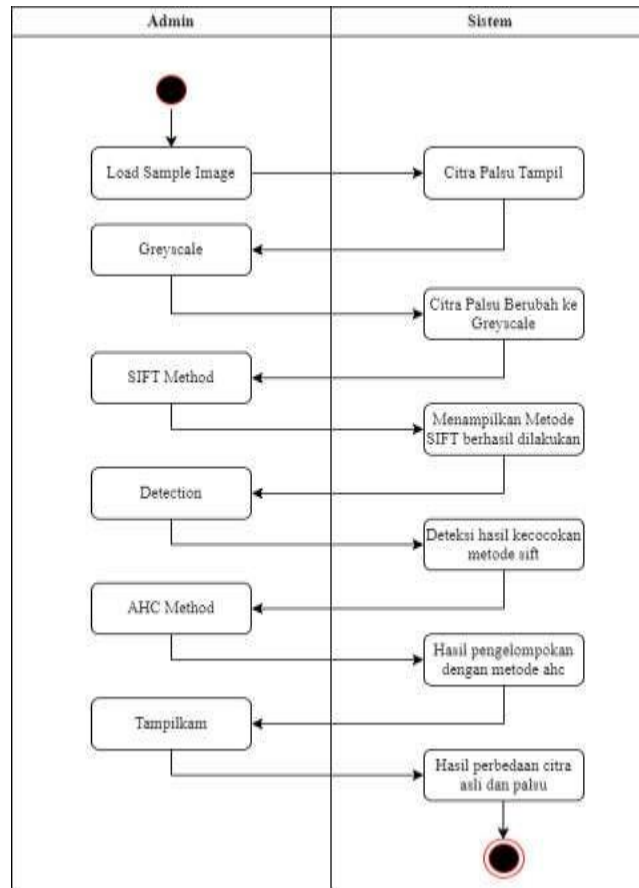
Use Case Diagram yaitu serangkaian tindakan yang dilakukan oleh pengguna untuk mencapai tujuan tertentu. Ini mewakili serangkaian interaksi terkait antara pengguna dan sistem[12]. Berikut *Use Case Diagram* :



Gambar 1. Use Case Diagram

D. Activity Diagram

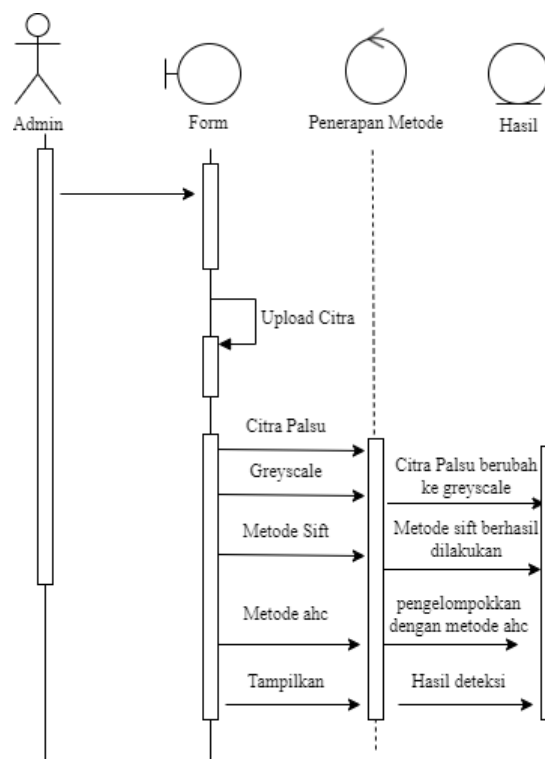
Activity diagram merupakan sort diagram pada UML yang diterapkan untuk menjelaskan alur kerja aktivitas dari suatu sistem. Diagram ini menjelaskan tentang semua kegiatan, langkah dan keputusan yang terjadi setiap waktu[13].



Gambar 2. Activity Diagram Deteksi Pemalsuan Citra

E. Sequence Diagram

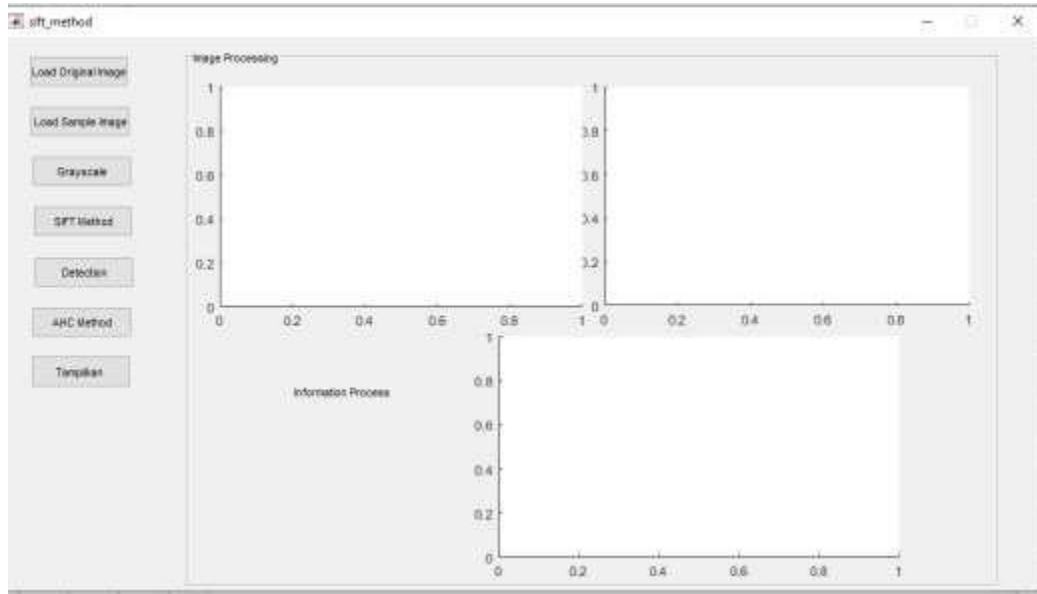
Sequence diagram menjelaskan interaksi antara setiap objek pada urutan waktu. *Sequence Diagram* adalah salah satu dari diagram-diagram yang ada pada UML, diagram ini merupakan diagram yang menjelaskan koordinasi dinamis antara setiap objek[14].



Gambar 3. Sequence Diagram Deteksi Pemalsuan Citra

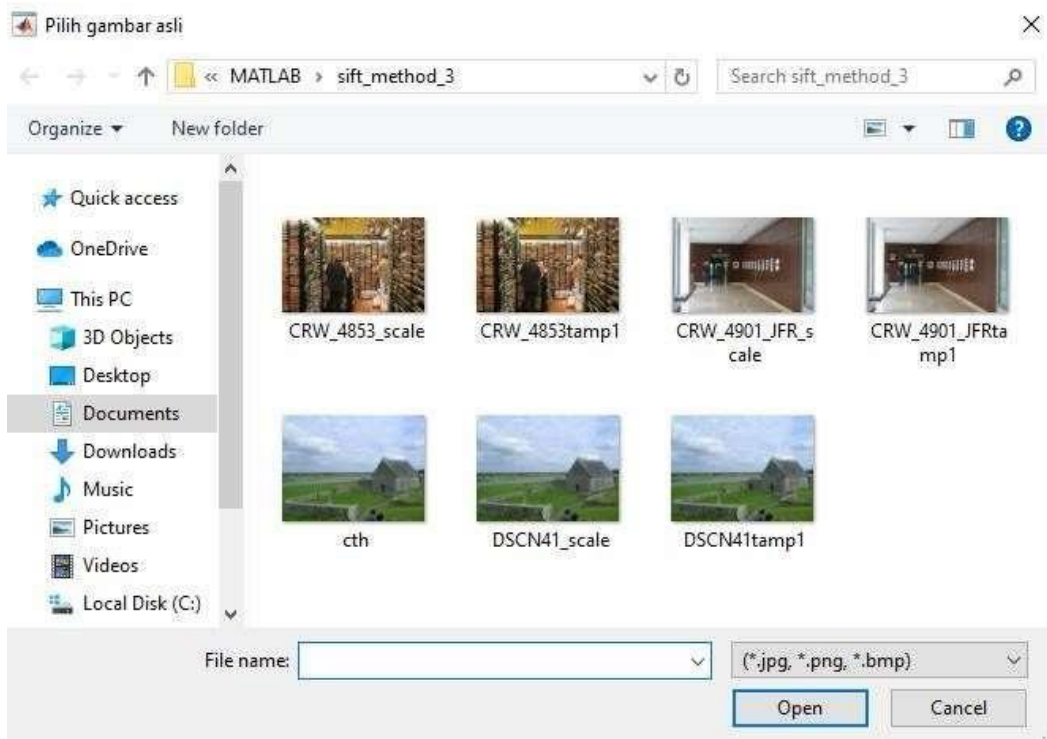
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deteksi Pemalsuan Citra Menggunakan *Scale Invariant Feature Transfer* (Sift) Dan *Agglomerative Hierarchical Clustering*. Tampilan hasil dari Deteksi Pemalsuan Citra Menggunakan *Scale Invariant Feature Transfer* (Sift) Dan *Agglomerative Hierarchical Clustering* dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4. Tampilan Desain Aplikasi

Gambar 4 menjelaskan bahwa pengguna dapat mengupload gambar dengan menekan tombol *load original image* dan *load sample image* kemudian pengguna dapat memilih gambar asli dan gambar palsu, sehingga akan tampil seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Sistem Tampilan Pemilihan Citra

Setelah file gambar dipilih aplikasi akan menampilkan gambar yang terpilih ke dalam `hAxesOriginal` dan `hAxesTest` seperti pada Gambar 6.



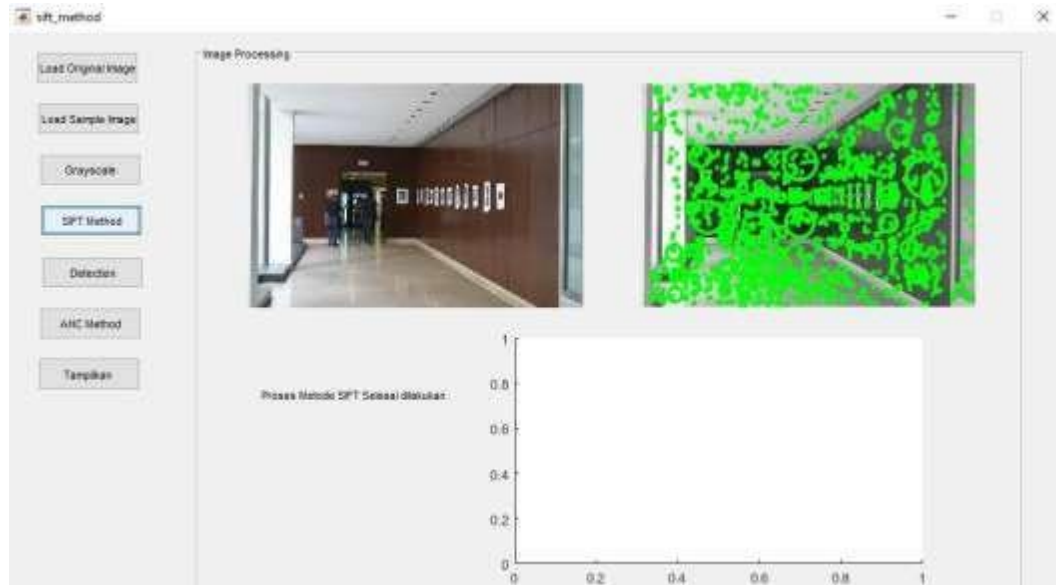
Gambar 6. Desain Sistem Hasil *Upload* Citra Asli dan Palsu

Setelah file gambar tampil maka klik *button grayscale* untuk merubah citra palsu menjadi *grayscale* agar bisa menampilkan hasil metode sift seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain Sistem Hasil Proses *Grayscale*

Kemudian pada citra palsu akan diterapkan metode sift sehingga hasilnya akan menjadi seperti gambar 8.



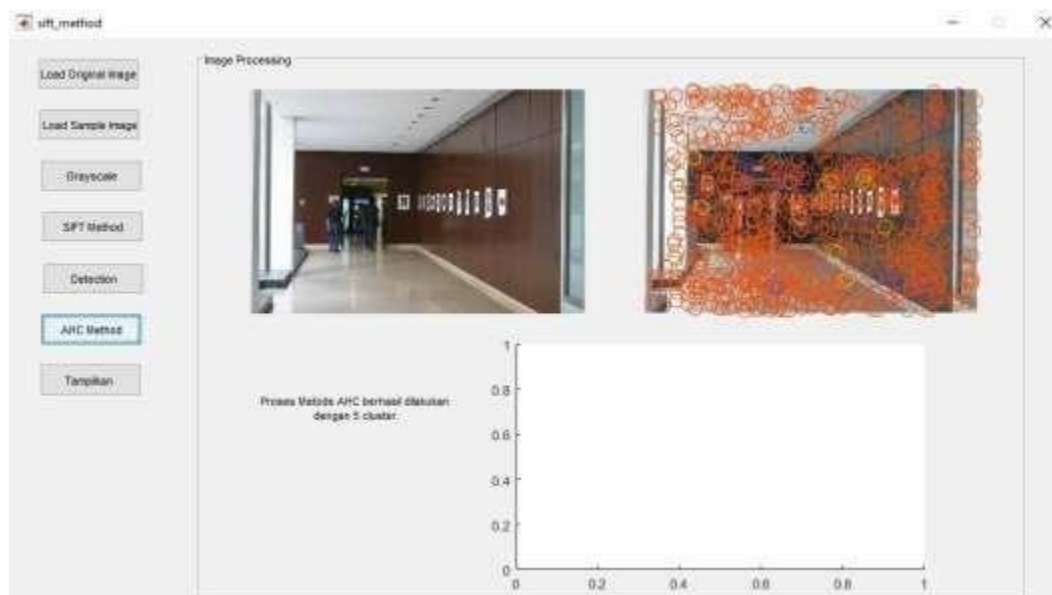
Gambar 8. Desain Sistem Hasil Metode Sift

Setelah tombol metode sift di klik maka selanjutnya klik tombol *detection* untuk mendeteksi jumlah kecocokan pada metode sift. Bisa dilihat pada gambar 9.



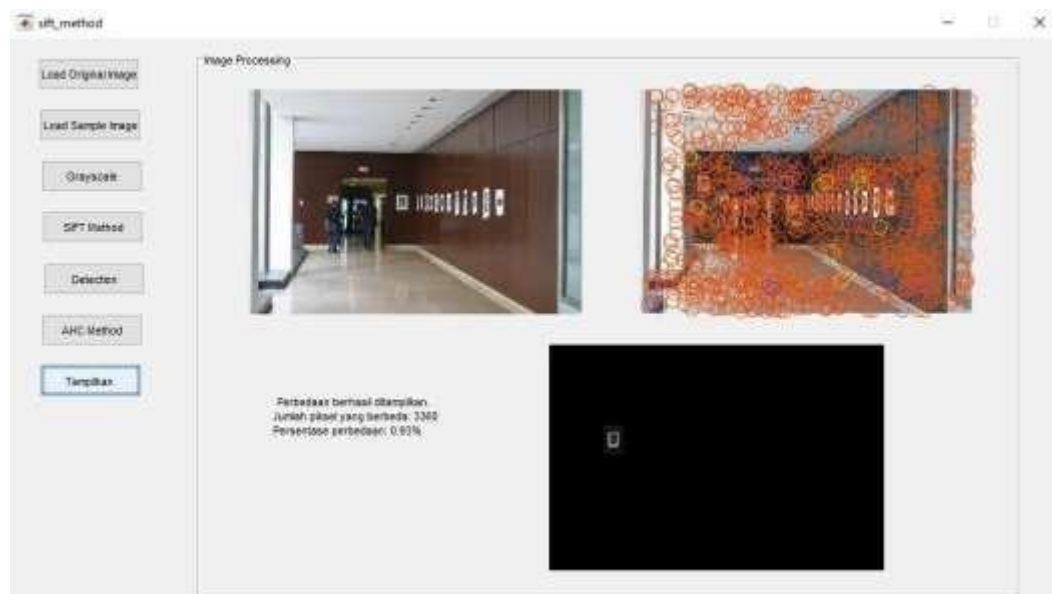
Gambar 9. Desain Sistem Hasil Detection Metode Sift

Setelah mendapatkan titik-titik keypoint pada metode sift, maka akan dikelompokkan menggunakan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering* seperti gambar 10.



Gambar 10. Desain Sistem Hasil Metode AHC

Setelah proses *clustering* maka klik *button* tampilkan dan perbedaan citra asli dan citra palsu akan muncul ke *axes* 3 seperti gambar 11.



Gambar 11. Desain Sistem Hasil Deteksi Pemalsuan Citra Menggunakan Metode Sift dan AHC

A. Pembahasan

Untuk membuat Penerapan Metode Sift Dan Ahc Untuk Deteksi Pemalsuan Citra dapat diperlukan suatu *software* dan *hardware* agar proses hasil aplikasi dapat berjalan dengan baik. *Hardware* adalah peralatan komputer itu sendiri, *Software* adalah program yang berisi perintah-perintah untuk melakukan proses tertentu[15]. Spesifikasi *software* dan *hardware* untuk menghasilkan aplikasi sebagai berikut:

1. Dibutuhkan satu unit laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a. *Processor Dual-core* intel atau AMD dengan kecepatan minimal 1.6 GHz
 - b. RAM minimal 4 Gb(untuk versi 64-bit)
 - c. SSD memiliki setidaknya 10-20 GB ruang kosong.
2. Perangkat Lunak dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a. Sistem Operasi *Windows 10*
 - b. Matlab R2016a

B. Uji Coba Program

Berikut pengujian program menggunakan *Black Box Testing* :

Table 1. *Table Black Box Testing*

No	Form Deteksi	Keterangan	Hasil
1	Klik Tombol <i>load image original image</i> dan <i>load sample image</i>	Aplikasi menampilkan pemilihan file citra	Sesuai
2	Klik Tombol <i>Greyscale</i>	Aplikasi menampilkan proses <i>greyscale</i> di citra palsu	Sesuai
3	Klik Tombol <i>Sift method</i>	Aplikasi menampilkan proses <i>sift method</i> di citra palsu	Sesuai
4	Klik Tombol <i>Detection</i>	Aplikasi menampilkan jumlah kecocokan setelah melakukan <i>metode sift</i>	Sesuai
5.	Klik Tombol <i>AHC</i>	Aplikasi menampilkan proses <i>AHC</i> di citra palsu	Sesuai
6.	Klik Tombol <i>Tampilkan</i>	Aplikasi menampilkan perbedaan citra asli dan citra palsu	Sesuai

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang berjudul Penerapan Metode Sift Dan Ahc Untuk Deteksi Pemalsuan Citra sebagai berikut :

1. Dengan adanya aplikasi Penerapan Metode Sift Dan Ahc Untuk Deteksi Pemalsuan Citra maka deteksi pemalsuan citra dapat menghasilkan citra palsu dengan rinci. Memiliki waktu proses yang sangat cepat berdasarkan pengolahan matlab didapatkan *sift method* diproses dengan 1,57 detik.
2. Aplikasi ini Memiliki persentase perbedaan sehingga mendapatkan perbedaan citra palsu dan citra asli.

3. Aplikasi tidak dapat memberikan informasi terkait akurasi dari perbedaan antara *image original* dengan *image palsu*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mencuapkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT karena telah memberikan kesehatan, rejeki, emangat kepada penulis dan tak lupa pula sholawat kita hadiahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “PENERAPAN METODE SIFT DAN AHC UNTUK DETEKSI PEMALSUAN CITRA” dengan baik. Penulis menucapkan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam proses pengerjaan skripsi ini, termia kasi atas segala saran, penulis menyadari masi banyak kekurangan dalam penelitian ini, penulis berharap kritik dan saran agar bisa membantu memperbaikinya.

REFERENSI

- [1] M. T. Hilmi and I. F. Rahmad, “Perancangan Layanan Wifi Internet untuk UMKM pada Kelurahan Batan g Kuis,” *Jurnal Info Digit (JID)*, no. 3, 2023, [Online]. Available: <https://kti.potensi-utama.ac.id/index.php/JID/article/view/1047%0Ahttps://kti.potensi-utama.ac.id/index.php/JID/article/download/1047/264>
- [2] I. Gede Nengah Bayu Darmawan, G. Made Arya Sas mita, and P. Wira Buana, “Pengembangan Metode Pendeteksi Modifikasi Citra Menggunakan Metode Error Level Analysis,” *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, p. 29, Apr. 2019, doi: 10.24843/jim.2019.v07.i01.p 04.
- [3] “Penerapan Ekstraksi Keypoint Menggunakan Algoritma Scale-Invariant Feature Transform (SIFT) sebagai Dasar Melakukan Registrasi Point Cloud,” *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 19, no. 4, Dec. 2020, doi: 10.32409/jikstik.19.4.358.
- [4] R. H. Sachrrial and A. Iskandar, “Analisa Perbandingan Complate Linkage AHC dan K-Medoids Dalam Pengelompokkan Data Kemiskinan di Indonesia,” *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 5, no. 2, Sep. 2023, doi: 10.47065/bits.v5i2.4310.
- [5] A. Atina, “Aplikasi Matlab pada Teknologi Pencitraan Medis,” *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, vol. 1, no. 1, p. 28, Aug. 2019, doi: 10.31851/jupiter.v1i1.3123.
- [6] R. S. Berutu, “Perancangan Aplikasi Deteksi Citra Mentimun yang Berkualitas dengan Metode Transformasi Haar Wavelet,” *Pelita Informatika*, vol. 8, no. April, pp. 457–460, 2020.
- [7] S. Ratna, “Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phyton Dan Text Editor Phycharm,” *Technologia: Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 3, p. 181, 2020, doi: 10.31602/tji.v 11i3.3294.
- [8] D. Y. Liliana and T. Basaruddin, “Deteksi Pemalsuan Citra Berbasis Dekomposisi Nilai Singular,” *MAKARA of Science Series*, vol. 13, no. 2, 2010, doi: 10.7454/mss.v13i2.422.
- [9] Y. MIFTAHUDDIN, N. F. FAHRUDIN, and M. F. PRAYOGA, “Algoritma Scale Invariant Feature Transform (SIFT) pada Deteksi Kendaraan Bermotor di Jalan Raya,” *MIND Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 54–65, 2021, doi: 10.26760/ mindjournal.v5i1.54-65.
- [10] P. N. Pratama Artana, E. Prakarsa Mandyartha, and M. Hanindia Prami S, “Penerapan Data Mining Pada Algotirma Hierarchical Clustering Tentang Pengelolaan Mitra Perjalanan Wisatawan Bali Backpacker,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 4, pp. 2903–2909, 2024, doi: 10.36040/jati.v 7i4.7284.

- [11] M. Ridwan and G. Gunawan, "Penerapan Metode Promethee Dan Agglomerative Clustering Dalam Pemilihan Dan Rekomendasi Komputer Rakitan Untuk Desain Grafis," *Digital Transformation Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 478–488, 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.2888.
- [12] M. Tabrani and I. Rezqy Aghniya, "Implementasi Metode Waterfall Pada Program Simpan Pinjam Koperasi Subur Jaya Mandiri Subang," *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 14, no. 1, pp. 44–53, 2020, doi: 10.35969/interkom.v14i1.65.
- [13] Rasiban, A. Septiansyah, S. Hasanah, veren nita Permatasari, and A. Yuliawati, "Sistem Informasi Otomatisasi Pelaporan Data Penjualan Toko Buku Nazwa Yang Masuk Dan Yang Keluar," *Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 283–284, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v8i1>
- [14] H. Kurniawan, W. Apriliah, I. Kurnia, and D. Firmansyah, "Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Penggajian Pada Smk Bina Karya Karawang," *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 14, no. 4, pp. 13–23, 2021, doi: 10.35969/interkom.v14i4.78.
- [15] Z. Ansori, "Pelatihan Pengenalan Perangkat Keras Dan Perangkat Lunak Komputer Untuk Siswa-Siswi Sdn 1 Desa Batu Tegi Kecamatan Air Naningan," *Z.A. Pagar Alam*, vol. 1, no. 1, p. 35142, 2019.
- [16] Surbakti, A. S. B., & Pohan, Y. A. (2024). Pengaruh lingkungan kerja, stres kerja dan budaya organisasi terhadap kinerja karyawan. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Jayakarta*, 5(2), 180–189. <https://www.journal.stiejayakarta.ac.id/index.php/JMBJayakarta/article/view/197>
- [17] Purba, S. E., & Pohan, Y. A. (2024). Pengaruh keterampilan dan pengalaman kerja terhadap kemampuan kerja perawat pada Rumah Sakit Umum Wulan Windy. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(3), 1213–1226. <https://doi.org/10.55081/juridip.v4i3.2039>
- [18] Zagoto, E., & Pohan, Y. A. (2024). Pengaruh pelatihan kerja, motivasi kerja dan disiplin kerja, terhadap kinerja karyawan Rumah Sakit Umum Mitra Medika Medan. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(3), 1159–1179. <https://doi.org/10.55081/juridip.v4i3.1981>
- [19] Gulo, A. F., & Pohan, Y. A. (2024). Pengaruh disiplin kerja, kompensasi dan motivasi kerja terhadap kinerja karyawan pada PT. Yumeida Utama Industry. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(3), 1125–1137. <https://doi.org/10.55081/juridip.v4i3.1978>
- [20] Mauliza, P., Prabowo, A., & Aspan, H. (2023). Analisis social media promotion, perceived value, dan customer satisfaction terhadap revisit intention wisatawan pada Sawah Lukis Binjai. *Jurnal Menara Ekonomi: Penelitian dan Kajian Ilmiah Bidang Ekonomi*, 9(1). <https://doi.org/10.31869/me.v9i1.4788>
- [21] Prabowo, A., & Risal, T. (2023). Peran entrepreneurial orientation dan social media marketing terhadap peningkatan strategi bersaing (UMKM) coffe shop pada era modern customer di Kota Medan. *Menara Ekonomi*, 9(1). <https://jurnal.umsb.ac.id/index.php/menaraekonomi/article/download/4785/pdf>
- [22] Aspan, H., Rozaini, Prabowo, A., & Zahara, A. N. (2024). Analysis of work discipline and job satisfaction on lecturer performance in Medan City. *International Journal of Economic, Business, Accounting, Agriculture Management and Sharia Administration (IJEBA)*, 4(4), 1193–1205. <https://doi.org/10.54443/ijebas.v4i4.1857>
- [23] Aspan, H., Rozaini, Prabowo, A., & Lestari, D. M. (2024). Implementation of lecturer performance: Through career paths and work environment on private lecturers in Medan City. *International Conference on Health Science, Green Economics, Educational Review and Technology (IHERT)*, 6(1), 114–126. <https://doi.org/10.54443/ihert.v6i1.379>
- [24] Aspan, H., Rozaini, Wahyuni, E. S., & Prabowo, A. (2024). Personal resources and job crafting: Implications work engagement for modern coffee shops employee in Medan City. *Multidisciplinary Output Research for Actual and International Issue (MORFAI)*, 4(2), 556–567. <https://doi.org/10.54443/morfai.v4i2.1859>
- [25] Prabowo, A., Aspan, H., Wahyuni, E. S., & Lestari, I. (2024). Antecedent shopping emotion konsumen dalam berbelanja brand fashion Uniqlo. *Management Studies and Business Journal (PRODUCTIVITY)*, 1(5), 826–834. <https://doi.org/10.62207/ebtme684>
- [26] Azzahri, S., & Prabowo, A. (2024). Pengaruh content creator, price promotion, sosial media marketting terhadap impulsive buying dalam pembelian produk skincare pada aplikasi Tik Tok Shop (Studi kasus mahasiswa/i Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Potensi Utama). *Jurnal Widya*, 5(2). <https://doi.org/10.54593/awl.v5i2.366>
- [27] Kadariah, S., & binti Noor Azman, F. K. (2023). Product marketing strategy Muamalat DIN (Digital Islamic Network) at PT. Bank Muamalat Indonesia Tbk. *Journal of Islamic Financial Technology*, 2(2), 40–59. <https://doi.org/10.24952/jiftech.v2i2.10981>

-
- [28] Kadariah, S., & Utama, U. P. (2023). The impact of online loans on the community. *Journal of Islamic Financial Technology*, 2(1), 132–144. <https://jurnal.uinsyahada.ac.id/index.php/jiftech/article/view/9718>
- [29] Kadariah, S., Nasution, A. W., & Siregar, S. (2023). Penerapan konsep peringkat risiko pada manajemen risiko hukum di perbankan syariah. *Jurnal EMT KITA*, 7(2), 301–307. <https://doi.org/10.35870/emt.v7i2.890>
- [30] Kadariah, S., & Majid, M. S. A. (2023). Krisis ekonomi dalam perspektif Islam. *Jurnal EMT KITA*, 7(1), 18–24. <https://doi.org/10.35870/emt.v7i1.717>
- [31] Nazli, P. (2024). Implementasi perpanjangan masa angsuran pembiayaan murabahah di bank syariah pada masa pandemi Covid-19. *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Manajemen*, 3(1), 174–189. <https://doi.org/10.58192/ebismen.v3i1.1760>
- [32] Aisyah, S., Natasha, S. F., Nazli, P., Anindya, D. A., Anggraini, D. P., & Habibie, M. (2024). Analysis of supporting factors in performance quality of Medan City tourism services for free daily employees. *Economic and Business Horizon*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.54518/ebh.3.1.2024.239>
- [33] Ridwan, M., Hutagalung, M. A. K., Riski, B., & Rambe, R. (2024). Analisis pengaruh pembiayaan musyarakah, dana pihak ketiga terhadap profitabilitas Bank Sumut Syariah Medan. *J-EBIS (Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam)*, 9(1), 97–116. <https://doi.org/10.32505/j-ebis.v9i1.8786>
- [34] Budimansyah, M., & Ridwan, M. (2023). Analisis penyelesaian akad akad pembiayaan bermasalah di BPRS Al Washliyah Medan. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(6), 7112–7120. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/6937>
- [35] Arafah, S., Hutagalung, M. A. K., Mushliha, & Sembiring, E. A. (2024). Determinan keputusan masyarakat dalam berinvestasi di pasar modal syariah. *MUTLAQAH: Jurnal Kajian Ekonomi Syariah*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.30743/mutlaqah.v5i1.9715>
- [36] Ridwan, M., Hutagalung, M. A. K., Riski, B., & Rambe, R. (2024). Analisis pengaruh pembiayaan musyarakah, dana pihak ketiga terhadap profitabilitas Bank Sumut Syariah Medan. *J-EBIS (Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam)*, 9(1), 97–116. <https://doi.org/10.32505/j-ebis.v9i1.8786>
- [37] Yamin, M., & Murtani, A. (2024). The influence of halal lifestyle, halal knowledge and promotion on Rabbani brand purchasing decisions: (Study on Rabbani consumers in Medan City). *International Journal of Education, Social Studies, and Management (IJESSM)*, 4(3), 1120–1132. <https://doi.org/10.52121/ijessm.v4i3.501>