

Penerapan Euclidean Distance untuk Deteksi Kemiripan Citra Berbasis *Scale Invariant Feature Transform (SIFT)*

Rani Rotul Muhima¹, Hendro Nugroho², Chafidz ilham Chasan³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi, ITATS
Email: rani.muhamia@itats.ac.id, hendronugroho@itats.ac.id, chafidzilham48@gmail.com

Abstract. The similarity of a pair of images can be measured using the distance measurement method from the feature extraction. The feature extraction method used in this research was the Scale Invariant Feature Transform (SIFT). This method is an extraction method that is invariant to changes in scale, rotation, translation and illumination. In this research, each keypoint of test image is matched for its level of similarity with the Euclidean distance method. The similarity of each keypoint of the tested image is matched by Euclidean distance and it will be claimed similar if it has the smallest distance. Next, the corresponding keypoint of the tested image gets recall test by varying parameters of transformation in size, rotation, color, and angle as well as different image. The research results demonstrated that the recall averages of dataset were 100 for similar image test, 95 for size and rotation changes tests, 98 for colour changes test, 97 for angle changes test, and 0 for image test with different objects. Based on the results, SIFT is suitable for detecting the similarity of image object shapes.

Keywords: feature extraction, image matching, Scale Invariant Feature Transform, Euclidean Distance

Abstrak. Kemiripan sepasang citra dapat diukur menggunakan metode pengukuran jarak dari hasil ekstraksi fitur dari objek citra tersebut. Metode ekstraksi fitur yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *scale invariant feature transform (SIFT)*. Metode ini merupakan metode ekstraksi yang invariant terhadap perubahan skala, rotasi, translasi dan iluminasi. Pada penelitian ini, masing-masing keypoint dari citra uji dicocokkan tingkat kemiripannya dengan metode *euclidean distance*. Keypoint citra uji dikatakan mirip jika memiliki nilai jarak yang paling kecil. Keypoint dari citra uji yang berkoresponden kemudian diuji nilai *recall*-nya. Variasi pengujian menggunakan parameter perubahan ukuran, perubahan rotasi, perubahan warna, perubahan angle dan citra yang berbeda. Dari hasil pengujian penelitian ini, dataset uji citra yang sama memiliki nilai rata-rata *recall* 100, untuk dataset uji perubahan ukuran memiliki nilai rata-rata *recall* 95, untuk dataset uji perubahan rotasi memiliki nilai rata-rata *recall* 95, untuk dataset uji perubahan warna memiliki nilai rata-rata *recall* 98, untuk dataset uji perubahan angle memiliki nilai rata-rata *recall* 97, untuk dataset uji gambar yang berbeda objek memiliki nilai rata-rata *recall* 0. Metode SIFT cocok untuk deteksi kemiripan bentuk objek citra. Berdasarkan hasil penelitian, metode SIFT cocok untuk deteksi kemiripan bentuk objek citra.

Kata Kunci: Ekstraksi Fitur, Pencocokan Citra, *Scale Invariant Feature Transform*, Euclidean Distance

1. Pendahuluan

Pendeteksian kemiripan objek dalam citra dilakukan dengan perhitungan nilai kesamaan suatu citra dengan citra baru sebagai pembandingan (Nugraheny, 2017). Kemiripan sepasang citra dapat diukur menggunakan metode pengukuran jarak dari hasil ekstraksi fitur dari objek citra tersebut (Muhima and Farida, 2018). Menurut (Nugraheny, 2017), metode nilai jarak menggunakan metode *Euclidean distance* untuk objek citra awan *Cumulonimbus* memberikan nilai keakuratan 95% dan lebih baik dibandingkan metode *Manhattan distance* maupun metode jarak *Mahalanobis*.

Ekstraksi fitur adalah proses pengindeksan suatu database citra dengan isinya (Sugiartha, Sudarma and Widiantara, 2016). Nilai-nilai dari ekstraksi fitur dapat dijadikan parameter kemiripan citra dengan citra pembandingnya (Muhima and Farida, 2018). Metode ekstraksi yang digunakan dalam

pendeteksian kemiripan citra pada penelitian ini adalah metode *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT). Metode ini dikenalkan oleh seorang peneliti bernama David Lowe dari University of British Columbia pada tahun 1999. Metode SIFT metode ekstraksi yang invariant terhadap perubahan skala, rotasi, translasi dan iluminasi (Rosidin, 2018).

Hasil ekstraksi fitur menggunakan SIFT berupa *keypoint* dari masing-masing citra. Pada tahap *keypoint matching*, digunakan metode Euclidean distance untuk mengetahui *keypoint* yang cocok berdasarkan jarak terdekat. Pada penelitian ini digunakan 3 tipe objek citra dengan masing-masing tipe ada 6 objek citra sebagai dataset uji dengan variasi perubahan ukuran, perubahan rotasi, perubahan warna, perubahan sudut pengambilan citra dan berbeda objek. Hasil deteksi kemiripan citra diuji berdasarkan nilai *recall*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengolahan Citra Digital

Secara umum, pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer agar menjadi citra lain yang lebih sempurna (Sulistiyanti, Setyawan and Komarudin, 2016). Dalam makna yang lebih luas, pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data dua dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang dipresentasikan dengan deretan bit tertentu.

2.2. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur merupakan proses mengindekskan suatu data citra dengan isinya. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk menggambarkan sebuah objek (Andono, Sutojo and Muljono, 2017). Ekstraksi fitur dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu *low-level*, *middle-level* dan *high-level* (Sugiarta, Sudarma and Widyantara, 2016). Yang termasuk *low-level* adalah ekstraksi fitur seperti warna dan tekstur, sedangkan *middle-level* contohnya seperti segmentasi dan *high-level* contohnya seperti informasi semantic suatu citra.

2.3. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

Scale Invariant Feature Transform (SIFT) merupakan metode dalam visi komputer yang digunakan untuk mendeteksi fitur local pada suatu citra (Rosidin, 2018). Algoritma SIFT terdiri dari beberapa tahapan yaitu (D.G.Lowe, 2004)

a. Mencari Nilai Ekstrim dari Skala Ruang

Pada tahap awal adalah pencarian nilai ekstrim pada semua skala. Hal ini dilakukan dengan menggunakan fungsi perbedaan *Gaussian* (DoG) untuk mengidentifikasi titik potensial yang *invariant* terhadap skala dan orientasi.

$$(DoG) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y) \quad (1)$$

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

Dengan $G(x, y, \sigma)$ merupakan citra skala ruang, $I(x, y)$ merupakan citra *input*, k merupakan skala.

b. Menentukan Keypoint

Setelah kandidat *keypoint* ditemukan maka langkah selanjutnya menentukan kandidat *keypoint*. *Keypoint* yang dianggap sangat rentan terhadap gangguan maka dihilangkan. Langkah yang dilakukan yaitu mencari nilai ekstrim berdasarkan persamaan (3):

$$\frac{\partial D(x,y)}{\partial x} = D(x + 1, y) - D(x, y) \quad (3)$$

Dengan $D(x, y)$ merupakan $(DoG)^T$

c. Menentukan Orientasi Keypoint

Keypoint yang diperoleh kemudian diberikan orientasi yang tetap berdasarkan sifat-sifat local citra. Hal ini digunakan agar *keypoint* yang dihasilkan tidak terpengaruh terhadap rotasi pada citra. Penentuan

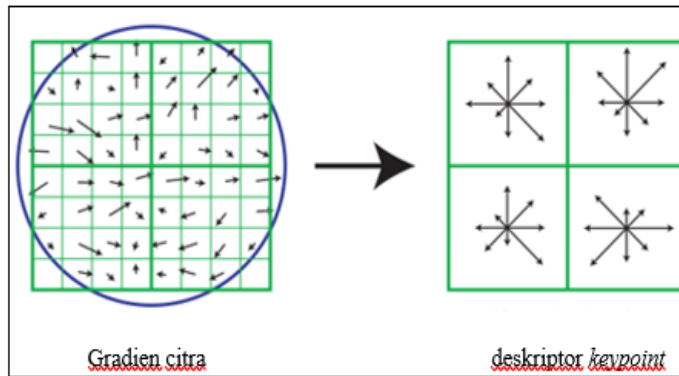
orientasi pada *keypoint* dilakukan dengan menentukan besarnya gradien dan sudut arah orientasi sesuai persamaan (4) dan (5).

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

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

d. Deskriptor *Keypoint*

Keypoint yang telah diorientasikan selanjutnya disebut deskriptor. Proses ini merupakan proses untuk mendapatkan *keypoint* yang invariant terhadap perubahan intensitas cahaya atau perubahan sudut pandang citra. Untuk mencapai hal tersebut, nilai σ memiliki nilai satu setengah kali dari besar jendela descriptor. Gambaran deskriptor *keypoint* berdasarkan nilai gradien dan orientasi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Deskriptor *keypoint* dari nilai gradien dan orientasi

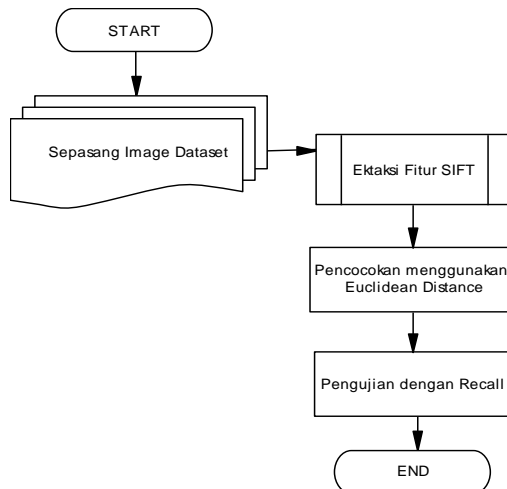
2.4. *Euclidean Distance*

Metode *Euclidean distance* merupakan metode dengan cara membandingkan jarak minimum citra uji dengan citra latih. Jarak *Euclidean* dari dua vector x dan y sesuai persamaan (6).

$$d(x, y) = [\sum_i (x_i - y_i)^2]^{1/2} \quad (6)$$

3. Metode Penelitian

Tahapan deteksi kemiripan citra menggunakan *Euclidean distance* berbasis SIFT dijelaskan dengan diagram alir pada Gambar 2.



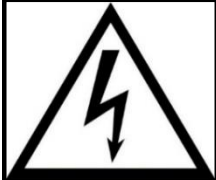


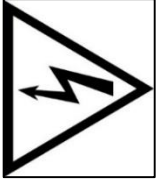


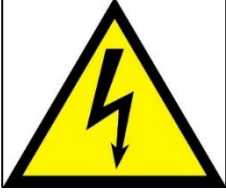


Gambar 2. Diagram Alir Sistem Deteksi Kemiripan Citra Menggunakan *Euclidean Distance*

3.1. Dataset

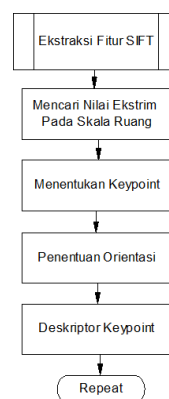
Dataset yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 3 jenis objek, setiap jenis memiliki 6 objek citra. 3 dataset dengan dataset uji sebagai pasangannya adalah dengan variasi berbeda ukuran, berbeda warna, berbeda rotasi, berbeda sudut pengambilan citra dan berbeda objek. Total dataset 18 objek citra, contoh dataset disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Dataset untuk Deteksi Kemiripan Citra

| | | | |
|------------------------------------|--|---|--|
| Data citra |  |  |  |
| Pasangan data citra berbeda rotasi |  |  |  |
| Pasangan data citra berbeda warna |  |  |  |

3.2. Ekstraksi Fitur Menggunakan SIFT

Proses Ekstraksi Fitur menggunakan metode *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT) bertujuan untuk mencari titik tepi fitur (*keypoint*) yang ada di dataset citra. Gambar 3 merupakan diagram alir dari metode SIFT.



Gambar 3. Flowchart ekstraksi fitur SIFT

Sesuai algoritma dari metode SIFT, tahap dimulai sebagai berikut:

a. Mencari Nilai Ekstrim Pada Skala Ruang

Misalkan sebuah dataset dijelaskan dengan seperti pada Gambar 4. Berdasarkan gambar 2, dicontohkan sebuah citra dengan ukuran 10 x 10 beserta nilai pikselnya.

| x/y | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|---|---|----|----|----|----|----|----|---|---|
| 0 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 1 | 8 | 8 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 8 | 8 |
| 2 | 8 | 8 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 8 | 8 |
| 3 | 8 | 8 | 30 | 30 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 4 | 8 | 8 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 8 | 8 |
| 5 | 8 | 8 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 8 | 8 |
| 6 | 8 | 8 | 30 | 30 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 7 | 8 | 8 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 8 | 8 |
| 8 | 8 | 8 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 8 | 8 |
| 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

Gambar 4. Contoh dataset citra dengan ukuran 10x10

Mencari nilai ekstrim dengan menggunakan perbedaan fungsi (*DoG*) sesuai persamaan (1) dan (2). Dengan nilai sigma σ sebesar 10,77775487 dan nilai $k=2$, maka diperoleh nilai (*DoG*) yang disajikan pada Gambar 5 berdasarkan contoh dataset 10 x 10 pada Gambar 4.

| x/y | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | -0,008225 | -0,008269 | -0,008403 | -0,008630 | -0,008957 | -0,009392 | -0,009949 | -0,010643 | -0,011496 | -0,012534 |
| 1 | -0,008269 | -0,008314 | -0,031680 | -0,032536 | -0,033767 | -0,035407 | -0,037504 | -0,040119 | -0,011555 | -0,012598 |
| 2 | -0,008403 | -0,008448 | -0,032191 | -0,033059 | -0,034306 | -0,035969 | -0,038094 | -0,040745 | -0,011733 | -0,012790 |
| 3 | -0,008630 | -0,008676 | -0,033059 | -0,033946 | -0,009392 | -0,009846 | -0,010425 | -0,011148 | -0,012036 | -0,013117 |
| 4 | -0,008957 | -0,009004 | -0,034306 | -0,035222 | -0,036538 | -0,038293 | -0,040535 | -0,043332 | -0,012471 | -0,013586 |
| 5 | -0,009392 | -0,009442 | -0,035969 | -0,036922 | -0,038293 | -0,040119 | -0,042454 | -0,045365 | -0,013051 | -0,014211 |
| 6 | -0,009949 | -0,010001 | -0,038094 | -0,039095 | -0,010809 | -0,011321 | -0,011975 | -0,012790 | -0,013792 | -0,015010 |
| 7 | -0,010643 | -0,010698 | -0,040745 | -0,041806 | -0,043332 | -0,045365 | -0,047964 | -0,051204 | -0,014715 | -0,016006 |
| 8 | -0,011496 | -0,011555 | -0,044001 | -0,045135 | -0,046767 | -0,048941 | -0,051719 | -0,055182 | -0,015849 | -0,017229 |
| 9 | -0,012534 | -0,012598 | -0,012790 | -0,013117 | -0,013586 | -0,014211 | -0,015010 | -0,016006 | -0,017229 | -0,018716 |

Gambar 5. Hasil nilai *DoG* untuk contoh citra 10 x 10

Nilai *Different of Gaussian (DoG)* yang bernilai minus kemudian diabsolutkan. Penentuan kandidat *keypoint* didasarkan nilai pixel yang merupakan nilai maksimum atau minimum lokal dari 8 tetangga. Hasil kandidat *keypoint* ada 4 pada koordinat (0,0), (5,7), (6,4), dan (9,9) yang disajikan pada Gambar 6. Koordinat (0,0) dan (6,4) merupakan kandidat *keypoint* dengan nilai minimum dibandingkan 8 tetangganya. Koordinat (5,7) dan (9,9) merupakan kandidat *keypoint* dengan nilai maksimum dibandingkan 8 tetangganya.

| x/y | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 0,008225 | 0,008269 | 0,008403 | 0,008630 | 0,008957 | 0,009392 | 0,009949 | 0,010643 | 0,011496 | 0,012534 |
| 1 | 0,008269 | 0,008314 | 0,031680 | 0,032536 | 0,033767 | 0,035407 | 0,037504 | 0,040119 | 0,011555 | 0,012598 |
| 2 | 0,008403 | 0,008448 | 0,032191 | 0,033059 | 0,034306 | 0,035969 | 0,038094 | 0,040745 | 0,011733 | 0,012790 |
| 3 | 0,008630 | 0,008676 | 0,033059 | 0,033946 | 0,009392 | 0,009846 | 0,010425 | 0,011148 | 0,012036 | 0,013117 |
| 4 | 0,008957 | 0,009004 | 0,034306 | 0,035222 | 0,036538 | 0,038293 | 0,040535 | 0,043332 | 0,012471 | 0,013586 |
| 5 | 0,009392 | 0,009442 | 0,035969 | 0,036922 | 0,038293 | 0,040119 | 0,042454 | 0,045365 | 0,013051 | 0,014211 |
| 6 | 0,009949 | 0,010001 | 0,038094 | 0,039095 | 0,010809 | 0,011321 | 0,011975 | 0,012790 | 0,013792 | 0,015010 |
| 7 | 0,010643 | 0,010698 | 0,040745 | 0,041806 | 0,043332 | 0,045365 | 0,047964 | 0,051204 | 0,014715 | 0,016006 |
| 8 | 0,011496 | 0,011555 | 0,044001 | 0,045135 | 0,046767 | 0,048941 | 0,051719 | 0,055182 | 0,015849 | 0,017229 |
| 9 | 0,012534 | 0,012598 | 0,012790 | 0,013117 | 0,013586 | 0,014211 | 0,015010 | 0,016006 | 0,017229 | 0,018716 |

Gambar 6. Kandidat *keypoint*

b. Menentukan Keypoint

Keypoint yang dipilih merupakan *keypoint* yang bukan noise. *Keypoint* yang dianggap noise akan dihilangkan. Langkah yang dilakukan adalah hasil *DoG* ditranspose. Kemudian hasil tersebut diturunkan berdasarkan persamaan (3).

c. Penentuan Orientasi dan *Keypoint* deskriptor

Keypoint yang diperoleh akan diberikan suatu orientasi yang tetap berdasarkan sifat-sifat lokal pada citra, dari hal tersebut maka *keypoint* yang diperoleh dapat dipresentasikan relatif terhadap orientasi.

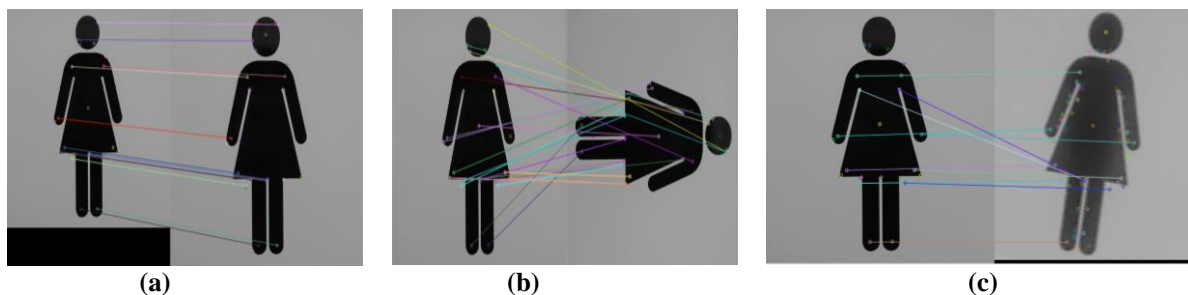
Sehingga *keypoint* yang dihasilkan tidak terpengaruh terhadap adanya rotasi pada citra. Untuk menentukan orientasi dari masing-masing *keypoint* maka dilakukan perhitungan terhadap besarnya gradien dan sudut arah orientasi.

d. *Keypoint matching* (Pencocokan citra menggunakan *Eclidean Distance*)

Setelah mendapatkan *keypoint* dari citra dan citra pasangannya, setiap *keypoint* dari citra dicocokkan dengan semua *keypoint* dari citra pasangannya menggunakan metode *Euclidean Distance* berdasarkan persamaan (6). *Keypoint* citra yang terhubung dengan *keypoint* citra pasangannya didasarkan pada jarak terdekat.

4. Hasil dan Pembahasan

Gambar 7 (a),(b), (c) merupakan hasil pendeteksian kemiripan dua citra. Hasil kemiripan citra ditunjukkan berdasarkan total *keypoint* pada sebuah citra yang terhubung dengan benar dengan citra pasangannya. Gambar 7(a) merupakan hasil kemiripan antara citra yang berbeda ukuran, Gambar 7(b) merupakan hasil kemiripan antara citra yang berbeda rotasi. Gambar 7(c) merupakan hasil kemiripan antara citra yang berbeda sudut pengambilan gambar.



Gambar 7. Hasil pendeteksian kemiripan citra tipe A, (a) untuk variasi berbeda ukuran, (b) berbeda rotasi, (c) berbeda sudut pengambilan

Hasil uji berdasarkan nilai recall dari penelitian ini disajikan pada Tabel.2. Berdasarkan hasil tersebut metode dapat mendeteksi kemiripan dengan baik untuk berbeda rotasi, ukuran dan pengambilan sudut citra ditunjukkan dengan nilai recall rata-rata sebesar 95% untuk berbeda ukuran, 95% untuk berbeda rotasi dan 97% untuk berbeda sudut pengambilan gambar. Pada data uji berbeda warna metode ini masih belum bisa digunakan dengan baik. Hal ini ditunjukkan nilai recall yang tinggi yaitu 98%. Dapat dikatakan metode ini cocok untuk fitur bentuk bukan fitur warna. Sedangkan untuk berbeda objek, metode ini menunjukkan hasil recall 0 atau berarti dapat menjelaskan bahwa pasangan citra tidak mirip.

Tabel 2. Hasil Uji Recall Deteksi Kemiripan Citra Menggunakan Euclidean Distance Berbasis SIFT

| Pengujian Citra | Nilai Recall (%) | | | Rata-Rata Recall |
|---------------------------------|------------------|-----|-----|------------------|
| | A | B | C | |
| Original | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Berbeda ukuran | 100 | 100 | 85 | 95 |
| Berbeda rotasi | 90 | 95 | 100 | 95 |
| Berbeda warna | 100 | 96 | 100 | 98 |
| Berbeda pengambilan sudut citra | 91 | 100 | 100 | 97 |
| Berbeda objek | 0 | 0 | 0 | 0 |

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa deteksi kemiripan citra berbasis SIFT menggunakan *Euclidean Distance* sebagai berikut:

- Pengujian SIFT pada citra berbeda ukuran memiliki rata-rata recall 95%
- Pengujian SIFT pada citra berbeda rotasi memiliki rata-rata recall 95%
- Pengujian SIFT pada citra berbeda sudut pengambilan gambar memiliki rata-rata recall 97%
- Pengujian SIFT pada citra dengan objek yang berbeda warna memiliki rata-rata nilai recall 98%. Hal ini menunjukkan deteksi kemiripan berbasis SIFT dapat digunakan untuk kemiripan bentuk bukan warna.
- Pengujian SIFT pada citra yang berbeda objek memiliki rata-rata recall 0%.

Referensi

- Andono, P.N., Sutojo, T. and Muljono (2017) *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi.
- D.G.Lowe (2004) 'Distinctive image features from scale-invariant keypoints', *International Journal of Computer Vision*, 60(2), pp. 91–110.
- Muhima, R.R. and Farida (2018) 'Image Retrieval Batik Klasik Parang Rusak Menggunakan Ekstraksi Fitur Geometric Invariant', *Jurnal Ilmiah NERO*, 4(1), pp. 15–21.
- Nugraheny, D. (2017) 'Metode Nilai Jarak Guna Kesamaan Atau Kemiripan Ciri Suatu Citra (Kasus Deteksi Awan Cumulonimbus Menggunakan Principal Component Analysis)', *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 7(2), p. 21. doi:10.28989/angkasa.v7i2.145.
- Rosidin (2018) *Analisis Pendeteksi Kecocokan Objek Pada Citra Digital Menggunakan Matlab Dengan Metode Algoritma Sift, Konsentrasi Forensika Studi, Program Teknik, Magister Pascasarjana, Program Teknologi, Fakultas Indonesia, Universitas Islam*.
- Sugiartha, I.G.R.A., Sudarma, M. and Widyantara, I.M.O. (2016) 'Ekstraksi Fitur Warna, Tekstur dan Bentuk untuk Clustered-Based Retrieval of Images (CLUE)', *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 16(1), p. 85. doi:10.24843/mite.1601.12.
- Sulistiyanti, S., Setyawan, F.A. and Komarudin, M. (2016) *Pengolahan Citra, Dasar dan Contoh Penerapannya, TeknoSains*.