

Implementasi Metode Kombinasi *Histogram Of Oriented Gradients* Dan *Hierarchical Centroid* Untuk *Sketch Based Image Retrieval*

Atika Faradina Randa, Nanik Suciati, Dini Adni Navastara

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: nanik@if.its.ac.id

Abstrak—Teknik pencarian gambar yang saat ini umum digunakan masih berbasis teks atau *text based search* seperti pada mesin pencarian *Google Image*, *Yahoo*, dan lain sebagainya. Namun metode ini masih kurang efektif karena nama dari sebuah *file* tidak dapat merepresentasikan isinya, oleh karena itu diperlukan pemilihan kata kunci yang benar-benar tepat agar hasil yang diinginkan dapat ditampilkan dengan baik. Salah satu teknik pencarian gambar yang saat ini sedang diteliti adalah *Sketch-Based Image Retrieval* (SBIR). Dengan teknik ini *user* dapat menginputkan sketsa gambar atau *user* dapat menggambarkan obyek pada area yang disediakan lalu sistem akan melakukan pencocokkan sketsa dengan *database* gambar. Untuk mengimplementasikan teknik ini digunakan metode kombinasi *Histogram of Oriented Gradient* dan *Hierarchical Centroid*. Tahapan implementasi teknik tersebut yaitu, yang pertama melakukan *preprocessing* pada gambar dengan cara mendeteksi tepi obyek lalu membuat citra menjadi hitam putih. Yang kedua melakukan ekstraksi fitur menggunakan *Histogram of Oriented Gradients* dan *Hierarchical Centroid* dan menghasilkan fitur vektor. Yang terakhir menghitung jarak kedekatan antara gambar yang diuji dengan gambar yang terdapat dalam *database* menggunakan *Euclidean Distance*. Hasil *Euclidean Distance* kemudian diurutkan secara *ascending* dan dikembalikan sejumlah gambar yang jaraknya terdekat. Hasil temu kembali menghasilkan nilai *Average Normalized Modified Retrieval Rank* sebesar 0,35 dan nilai *precision* dan *recall* sebesar 78 % dan akurasi sebesar 96%.

Kata Kunci—*Sketch Base Image Retrieval*, *Histogram of Oriented Gradients*, *Hierarchical Centroid*, *Average Normalized Modified Ratrieval Rank*

I. PENDAHULUAN

PENELITIAN *image retrieval* pada awalnya dilakukan dengan berbasis teks dari citra yang akan dicari. Seperti pada halnya mesin pencarian gambar seperti *Google Images*, *Yahoo*, dan lain-lain masih menggunakan metode berbasis teks atau *text-based search* yaitu mengembalikan citra yang sesuai dengan kata kunci yang dimasukkan [1]. Dengan kompleksitas informasi yang dimiliki oleh suatu citra *user* tidak berharap mendapatkan kecocokkan dengan pasti antara *query* atau kata kunci yang dimasukkan dan citra yang akan ditampilkan kembali dari *database*. Untuk itu teknik pencarian gambar berbasis teks ini belum sepenuhnya efektif karena nama dari sebuah *file* tidak dapat merepresentasikan isinya. Oleh karena itu diperlukan pemilihan kata kunci yang benar-benar tepat agar hasil yang diinginkan dapat ditampilkan. Untuk mengatasi

masalah tersebut diperlukan pendekatan alternatif. Penelitian tentang *image retrieval* sudah banyak dilakukan. Salah satunya yang sedang populer adalah menggunakan *query* berupa citra hasil jepretan kamera. Dengan metode seperti itu membutuhkan kompleksitas waktu dan komputasi yang besar.

Content Based Image Retrieval (CBIR) bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat pencarian informasi bersarkan pada informasi citra dari citra yang mirip dengan kriteria tertentu yang diinginkan dari sekumpulan *image* yang ada. Karakteristik yang dihasilkan berupa bentuk, warna, tekstur dan lain-lain sesuai dengan citra yang diinginkan. Salah satu perkembangan *Content Based Image Retrieval* yaitu *Sketch Based Image Retrieval*. Dengan *Sketch Based Image Retrieval* (SBIR) *user* dapat menggambarkan obyek pada area yang telah disediakan lalu sistem akan mencocokkan sketsa dengan *database*. Penggunaan *query* dengan sketsa ini dapat sangat berguna dan efisien pada kehidupan sehari-hari, karena *user* dapat mengingat kembali suatu obyek dengan bantuan sketsa dari obyek tersebut. Teknologi SBIR dapat berguna diberbagai bidang seperti mengidentifikasi pelaku kejahatan dari sketsa wajahnya, mengidentifikasi bentuk tato, grafiti, lukisan dan lain sebagainya. *Image retrieval* dengan sketsa ini penelitiannya masih jarang dilakukan dari pada metode CBIR yang telah memiliki variasi *deskriptor* untuk mendapatkan fitur [2]. Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu menggunakan *Query by Visual Example* (QVE) yang menggunakan *edge map* sebagai sketsa citra dan citra tes dipetakan dalam representasi yang abstrak. Proses ini membutuhkan dana yang banyak dan masih belum didukung oleh banyak *software* [3]. Metode yang lain yaitu dengan melakukan pendekatan dari bentuk citra. Pendekatan tersebut ternyata memberikan hasil yang bagus [4] dengan menggabungkan metode *Histogram of Oriented Gradient* dan *Hierarchical Centroid* [5]. Dengan banyaknya kegunaan dari teknik SBIR ini maka topik tugas akhir ini akan menerapkan teknik tersebut dengan metode *Histogram of Oriented Gradient* dan *Hierarchical Centroid*.

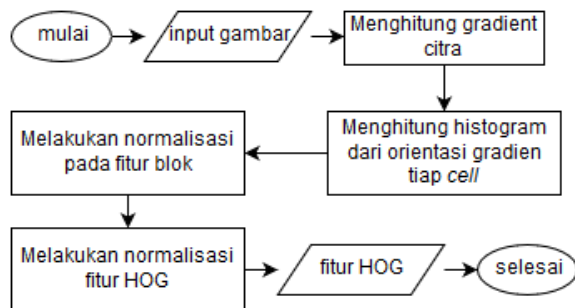
Oleh karena itu untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, pada tugas akhir ini akan diimplementasikan metode kombinasi *Histogram of Oriented Gradients* dan *Hierarchical Centroid* (HOG-HC). Teknik yang dilakukan yaitu melakukan *preprocessing* dengan cara membuat citra menjadi hitam putih lalu mendeteksi bagian tepi dari citra. Setelah didapatkan citra hasil *preprocessing* lalu dilakukan ekstraksi fitur menggunakan metode HOG-HC dan selanjutnya menghitung jarak kedekatan

menggunakan *euclidean distance* dan mengembalikan citra yang jaraknya terdekat.

II. METODE

A. Histogram of Oriented Gradients (HOG)

Dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa metode HOG cocok dijadikan *descriptor* untuk pencarian gambar berbasis sketsa [6]. Metode HOG banyak digunakan pada *computer vision*. HOG adalah *descriptor* berbasis *window* yang mendeteksi pada titik *interest*. Metode ini menghitung nilai gradien dalam daerah tertentu pada suatu citra. Setiap citra memiliki karakteristik yang ditunjukkan oleh distribusi gradien yang diperoleh dengan membagi citra ke dalam daerah kecil yang disebut *cell*. Tiap *cell* disusun dari sebuah *histogram* dari sebuah gradien. Kombinasi dari *histogram* ini dijadikan sebagai *descriptor* yang mewakili sebuah obyek [7]. Diagram alir algoritma HOG dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Algoritma Histogram of Oriented Gradients

Dari Gambar 1, tahap awal dari metode HOG adalah menghitung nilai gradien citra dihitung menggunakan (1).

$$|G| = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \quad (1)$$

Dimana I adalah citra *graylevel*. I_x merupakan matrik terhadap sumbu- x dan I_y merupakan matrik terhadap sumbu- y . I_x dan I_y dapat dihitung dengan (2).

$$I_x = I * D_x, \quad I_y = I * D_y \quad (2)$$

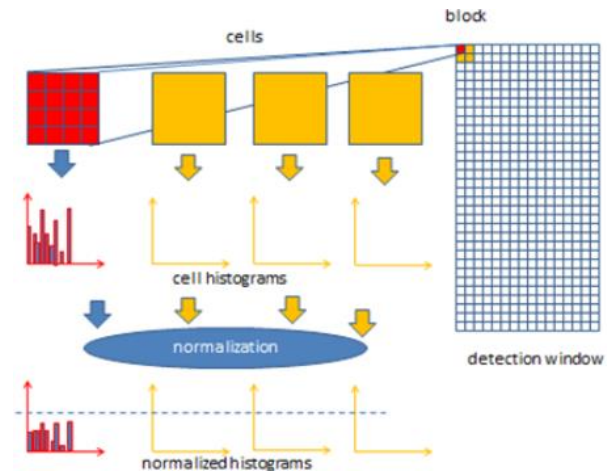
D_x adalah *mask* $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, sedangkan D_y adalah *mask* $\begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

masing-masing dihitung dengan cara konvolusi. Kemudian gradien ditransformasi ke dalam kordinat sumbu dengan sudut diantara 0 sampai 180° yang disebut orientasi gradien. Orientasi gradien (θ) dapat dihitung dengan (3).

$$\theta = \arctan\left(\frac{I_x}{I_y}\right) \quad (3)$$

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan *histogram* dari orientasi gradien tiap *cell*. Setiap piksel dalam sebuah *cell* mempunyai nilai *histogram* sendiri-sendiri berdasarkan nilai yang dihasilkan dalam perhitungan gradien yang kemudian dilakukan normalisasi pada setiap blok. *Cell* memiliki ukuran

8×8 piksel pada sebuah citra. Sedangkan blok memiliki ukuran 2×2 *cell*. Ilustrasi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cell yang menyusun sebuah blok

Nilai normalisasi fitur blok didapat dari (4). Fitur blok dinormalisasi untuk mengurangi efek perubahan kecerahan obyek pada satu blok. Variabel b merupakan nilai blok fitur dan variabel e merupakan bilangan positif yang bernilai kecil untuk mencegah pembagian dengan 0.

$$b = \frac{b}{\sqrt{b^2 + e}} \quad (4)$$

Nilai normalisasi tiap blok digabungkan menjadi satu vektor menjadi fitur vektor HOG. Kemudian fitur vektor HOG dilakukan normalisasi. Normalisasi dilakukan melalui (5). Variabel h merupakan nilai fitur HOG dan variabel e merupakan bilangan positif yang bernilai kecil untuk mencegah pembagian dengan 0.

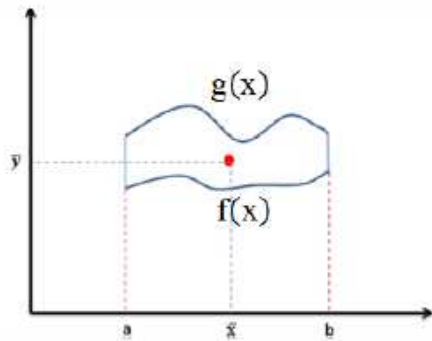
$$h = \frac{h}{\sqrt{\|h\|^2 + e}} \quad (5)$$

B. Hierarchical centroid

Metode *Hierarchical Centroid* adalah *deskriptor* sederhana dengan mendapatkan pusat massa dari suatu obyek. Pusat massa pada bentuk sederhana seperti persegi, lingkaran, dan segitiga mudah didapatkan dan sederhana untuk menghitungnya. Namun, untuk mendapatkan pusat massa pada bentuk yang tidak beraturan sulit didapatkan dan perhitungan lokasinya sulit. Oleh karena itu, untuk mendapatkan pusat massanya dilakuakn dengan menghitung jarak rata-rata di setiap arah dan menyatakan proporsi dari total luas obyek. Setiap titik pada perubahan ukuran bentuk dikenal sebagai *moment* [5].

Gambar 3 menunjukkan *centroid* dari area citra dimana $f(x)$ dan $g(x)$ berbentuk kurva. Untuk menghitung nilai pusat massanya pertama-tama hitung luas bidang dari obyek dihitung menggunakan (6).

$$A = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx \quad (6)$$



Gambar 3. Centroid pada suatu bidang

Variabel A merupakan luas bidang pada obyek. Sedangkan variabel a merupakan batas minimal dari obyek pada sumbu- x dan variabel b merupakan batas maksimal dari obyek pada sumbu- x . Nilai a dan b diilustrasikan pada Gambar 3. Nilai *centroid* dari suatu obyek dapat direpresentasikan sebagai x dan y diperoleh dari (7).

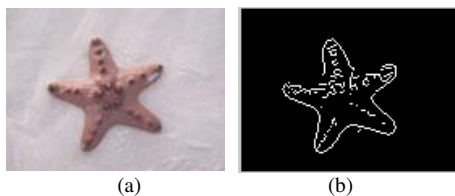
$$x = \frac{1}{A} \int_a^b [x (f(x) - g(x))] dx$$

$$y = \frac{1}{A} \int_a^b \frac{1}{2} [x (f(x)^2 - g(x)^2)] dx \quad (7)$$

III. SKETCH BASED IMAGE RETRIEVAL

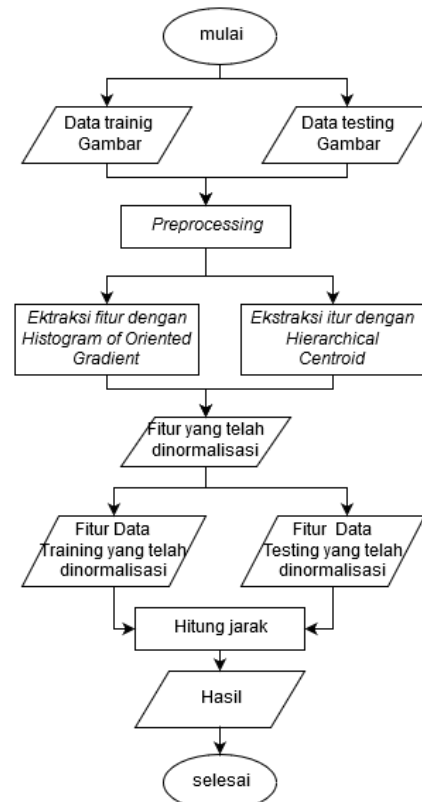
A. Desain Sistem

Pada bagian ini merupakan desain sistem dari pencarian gambar berbasis sketsa. Input berupa sketsa gambar yang akan dicari kemiripannya dengan gambar yang ada dalam *dataset*. Gambar yang ada pada *dataset* terdiri dari 10 kelas gambar yaitu, bintang laut, menara Big Ben, menara Burj Al-arab, sepeda, London Eye, gerbang Arc de Triomphe, Piramida Mesir, gedung Sydney Opera, jembatan Sydney, pantai. Gambar pada *dataset* dan gambar sketsa dilakukan *preprocessing* untuk mencari tepi gambar dan menjadikan gambar menjadi gambar *binary*. Metode yang digunakan pada tahap *preprocessing* adalah metode *Sobel*, ditunjukkan pada gambar 4.

Gambar 4. Hasil *Preprocessing* (a) Citra RGB (b) citra yang telah dideteksi tepi dengan *Sobel*

Kemudian dilakukan ekstraksi fitur dan diukur jarak kedekatannya lalu ditampilkan gambar yang jarak kedekatannya paling kecil. Ekstraksi fitur yang digunakan adalah *Histogram of Oriented Gradient* (HOG) dan *Hierarchical Centroid*. Kedua ekstraksi fitur ini berdasarkan pada bentuk gambar. Metode HOG merupakan fitur untuk mencari orientasi dari gambar, sedangkan metode *Hierarchical Centroid* mencari nilai *centroid* secara hierarki. Ekstraksi fitur dilakukan pada *dataset* gambar dan gambar sketsa. Selanjutnya

dilakukan pengukuran jarak kedekatan antara *dataset* gambar dan gambar sketsa menggunakan *euclidean distance*. Setelah itu dilakukan pengurutan secara *ascending*. Hasil akhir dari program ini adalah menampilkan sejumlah gambar yang memiliki nilai *similarity* kecil. Diagram alir proses ini ditunjukkan pada Gambar 5.



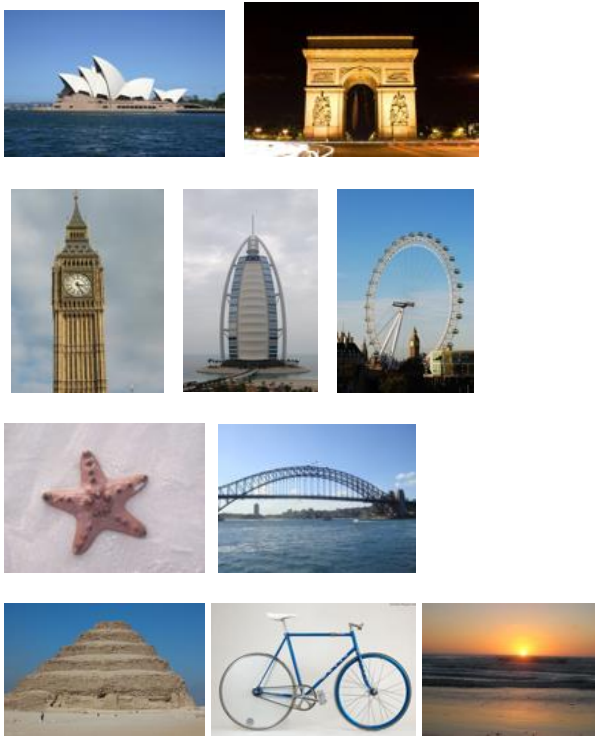
Gambar 5. Diagram Alir Sistem

Pada Gambar 5, ukuran gambar dari *data testing* dan *data training* adalah 134 x 100 piksel. Untuk metode HOG ukuran *cell* yang digunakan adalah 8x8 piksel dan blok 2x2 *cell*. Ukuran *bin histogram* berjumlah 9 dalam sudut 180 derajat. Penentuan nilai *histogram* dilakukan dengan melakukan *voting* terhadap masing-masing *cell* pada citra. *Voting* dilakukan dengan metode *bi-linear interpolation* di mana nilai yang saling *overlapping* akan dilakukan normalisasi. Untuk metode *Hierarchical Centroid* langkah dalam melakukan ekstraksi fitur dengan *Hierarchical Centroid* adalah yang pertama citra input berupa citra hitam putih dihitung luas area yang digunakan pada perhitungan *centroid*, kemudian hitung nilai *centroid* pada sumbu x . Setelah itu citra dibagi menjadi citra sebelah kanan dan citra sebelah kiri lakukan rekursif untuk mencari nilai *centroid*. Rekursif berhenti jika telah mencapai kedalaman yang telah ditentukan. Setelah mendapatkan titik-titik *centroid* yang merupakan fitur dari *Hierarchical Centroid*, kemudian fitur dilakukan normalisasi untuk menghilangkan nilai yang lebih dominan.

B. Data Training

Data training merupakan kumpulan gambar yang digunakan untuk melatih sistem agar dapat mengeluarkan hasil yang sesuai. Gambar *data training* didapat dari *Centre for Vision, Speech and Signal Processing*, University of Surrey,

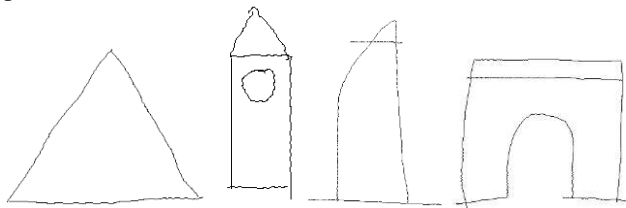
United Kingdom [8] yang terdiri dari 1000 gambar dari 10 kelas yang berbeda. Setiap kelasnya terdiri dari 100 gambar. Kesepuluh kelas yaitu , bintang laut, menara Big Ben, menara Burj Al-arab, sepeda, London Eye, gerbang Arc de Triomphe, Piramida Mesir, gedung Sydney Opera, jembatan Sydney, pantai. Contoh data *training* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh gambar data training

C. Data Testing

Data testing merupakan kumpulan gambar yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap sistem. *Data testing* yang digunakan berjumlah 30 gambar dari 10 kelas. Masing-masing kelas terdiri dari 3 gambar. *Data testing* didapat dari hasil sketsa gambar secara manual. Contoh gambar *data testing* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Contoh gambar data testing

IV. HASIL DAN EVALUASI

A. Pengujian dengan berbagai kedalaman centroid

Pada pengujian melakukan perhitungan nilai performa dengan metode *Histogram of Oriented Gradients* dan *Hierarchical Centroid* dengan kedalaman hierarki 2, 3, 4, 5, dan 6. Performa yang dihitung adalah nilai *Average Normalized Modified Retrieval Rank* (ANMRR), nilai presisi, *recall* dan nilai akurasi. Setiap kedalaman diuji pada 30 *queri data testing*. Perhitungan nilai ANMRR dilakukan dengan langkah sebagai

berikut [9]. Langkah pertama mencari nilai rata-rata *ranking* dari banyaknya *queri* dapat dicari dari (8).

$$AVR(q) = \sum_{k=1}^{NG(q)} \frac{Rank(k)}{NG(q)} \quad (8)$$

Di mana variabel *AVR* merupakan nilai rata-rata *ranking* pada *queri* ke-*q*, *NG(q)* adalah jumlah *ground truth* gambar pada *queri* ke-*q*. Jika citra yang ditampilkan terdapat pada *K* yang pertama maka $Rank(k) = R$, jika tidak $Rank(k) = 1,25 * K$. Variabel *R* adalah *ranking* citra pada *K* pertama yang ditampilkan. *K* adalah *top-ranking* yang ditampilkan. Di mana nilai *K* dapat diperoleh dari (9).

$$K(q) = \min\{X * NG(q), X * GMT\} \quad (9)$$

Jika $NG(q) > 50$ maka $X = 2$ jika lebih dari 50 maka $X = 4$. Parameter *X* didefinisikan oleh MPEG-7. *GMT* merupakan nilai maksimum *ground truth* untuk semua *queri* didalam *dataset*.

Kemudian mencari nilai *modified retrieval rank* (*MRR(q)*), diperoleh dari (10).

$$MRR(q) = AVR(q) - 0.5 \times (1 + NG(q)) \quad (10)$$

Melakukan normalisasi pada *ranking retrieval* (*NMRR(q)*) agar data tidak ada yang dominan. Normalisasi didapat dari (11).

$$NMRR(q) = \frac{MRR(q)}{1.25 \times K - 0.5 \times (1 + NG(q))} \quad (11)$$

Langkah terakhir dihitung nilai rata-rata dari normalisasi semua *queri* atau nilai *ANMRR*. Dihitung dengan (12).

$$ANMRR = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q NMRR(q) \quad (12)$$

Q adalah banyaknya *queri* yang diujikan. Nilai *NMRR* dan *ANMRR* memiliki rentang nilai di antara [0,1], di mana semakin kecil nilai *NMRR* dan *ANMRR* berarti performa dari metode tersebut lebih bagus.

Tabel 1.
Nilai ANMRR pada kedalaman yang berbeda

Kedalaman Centroid	Nilai ANMRR
2	0,474
3	0,352
4	0,374
5	0,412
6	0,439

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman 3 menghasilkan nilai ANMRR yang paling baik yaitu 0,352. Sedangkan pada kedalaman 2 menghasilkan nilai ANMRR 0,474. Pada kedalaman 4 menghasilkan nilai 0,374, pada kedalaman 5 menghasilkan nilai 0,412 dan pada kedalaman 6 menghasilkan nilai 0,439. Hal ini menunjukkan bahwa letak *centroid* yang paling baik ada pada kedalaman 3. Sehingga semakin tinggi kedalamannya letak *centroid*nya semakin tidak akurat, banyak letak *centroid*-nya yang melebihi dari gambar obyek. Sehingga pada kedalaman 3 menampilkan letak *centroid* yang lebih baik dari pada kedalaman yang lain.

Perhitungan performa presisi, *recall*, dan akurasi didapat dari tabel *confussion matrix* yang terbentuk [10]. Nilai presisi, *recall*, dan akurasi dapat dihitung dari (13), (14) dan (15).

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (13)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (14)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (15)$$

Nilai *TP*, *TN*, *FP* dan *FN* didapat dari tabel *confussion matrix* yang merupakan *True Positive*, *True Negative*, *False Positive*, dan *False Negative*.

Tabel 2.
Nilai presisi, *recall*, dan akurasi pada kedalaman yang berbeda

Kedalaman	Pesisi	Recall	Akurasi
2	0,731	0,731	0,939
3	0,785	0,785	0,957
4	0,779	0,779	0,956
5	0,762	0,762	0,952
6	0,756	0,756	0,951

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai presisi, *recall* dan akurasi yang paling tinggi terdapat pada kedalaman 3 sebesar 0,785 untuk presisi dan *recall* serta 0,957 untuk akurasi. Nilai presisi dan *recall* sama karena jumlah gambar yang ditampilkan ada 100 gambar dan jumlah gambar setiap kelas ada 100 gambar. Untuk rincian nilai presisi, *recall* dan akurasi pada masing-masing *queri* ditampilkan pada lampiran halaman 73. Hal ini menunjukkan bahwa nilai presisi, *recall* dan akurasi sebanding dengan nilai ANMRR. Semakin bagus nilai ANMRR maka nilai presisi, *recall* dan akurasi juga akan semakin bagus.

B. Perbandingan dengan metode lain

Perbandingan dengan metode lain dilakukan dengan cara melakukan perhitungan nilai *Average Normalized Modified Retrieval Rank* (ANMRR) dan perhitungan nilai presisi, *recall* dan akurasi dengan metode *Histogram of Oriented Gradients* dan *Hierarchical Centroid*, metode *Histogram of Oriented Gradients*, metode *Region properties*, dan *Edge of Histogram Descriptor*. Uji coba ini dilakukan untuk membandingkan apakah metode HOGHC lebih baik dari metode lainnya. Tabel 3 dan Tabel 4 menampilkan nilai performa dari masing-masing metode.

Tabel 3.
Nilai ANMRR pada masing-masing metode

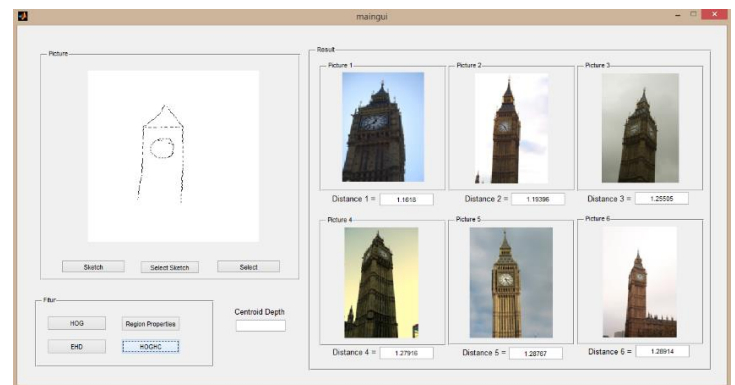
Metode	Nilai ANMRR
EHD	0,88
HOG	0,45
RP	0,92
HC	0,74
HOGHC	0,35

Tabel 4.
Nilai presisi, *recall*, dan akurasi pada masing-masing metode

Metode	Pesisi	Recall	Akurasi
EHD	0,32	0,32	0,43
HOG	0,69	0,69	0,81
RP	0,29	0,29	0,36

HC	0,41	0,41	0,52
HOGHC	0,78	0,78	0,96

Pada Tabel 3 terlihat bahwa nilai ANMRR paling kecil terdapat pada metode kombinasi *Histogram of Oriented Gradient* dan *Hierarchical Centroid* sebesar 0.52. Sedangkan pada metode *Edge of Histogram Descriptor* nilai ANMRR sebesar 0.88, pada metode *Histogram of Oriented Gradients* sebesar 0.58, *Region Properties* sebesar 0.92 dan metode *Hierarchical Centroid* sebesar 0,74. Hal ini menunjukkan bahwa menggunakan metode HOGHC dapat menghasilkan perankingan lebih baik dari metode lain yang umumnya digunakan pada permasalahan *Sketch Based Image Retrieval*. Sedangkan pada Tabel 4 terlihat bahwa nilai presisi, *recall*, dan akurasi tertinggi terdapat pada metode HOGHC, sehingga HOGHC lebih baik digunakan dalam pencarian gambar berbasis sketsa dari pada metode-metode yang lainnya seperti *Histogram of Oriented Gradient*, *Edge of Histogram Descriptor*, *Region Properties*, dan *Hierarchical Centroid*. Gambar 8 menampilkan keluaran dari program.



Gambar 8. Hasil keluaran program

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil uji coba pencarian gambar dengan metode kombinasi *Histogram of Oriented Gradients* dan *Hierarchical Centroid* adalah dengan implementasi *preprocessing* menggunakan metode *Sobel* menghasilkan hasil yang kurang bagus karena ada bagian tepi yang tidak terdeteksi sebagai tepi dan masih terdapat *noise* sehingga mengganggu dalam proses ekstraksi fitur. Hal tersebut terjadi khususnya pada gambar data *training*. Sedangkan implementasi metode kombinasi *Histogram of Oriented Gradient* dan *Hierarchical Centroid* dapat digunakan sebagai metode dalam pencarian gambar berbasis sketsa. Kedalaman nilai *centroid* yang baik digunakan yang menghasilkan nilai ANMRR, presisi, *recall* dan akurasi yang terbaik ada pada kedalaman 3. Nilai ANMRR pada kedalaman 3 sebesar 0,35. Sedangkan rata-rata nilai presisi dan *recall* sebesar 0,78. Serta nilai akurasi tertinggi sebesar 0,96. Metode kombinasi *Histogram of Oriented Gradients* dan *Hierarchical Centroid* menghasilkan nilai ANMRR, presisi, *recall*, dan akurasi lebih baik dari pada metode lainnya yang diuji seperti metode *Histogram of Oriented Gradients*, *Hierarchical Centroid*, *Edge Histogram Descriptor* dan *Region Properties*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. M. Saavedra dan B. Bustos, "An improved *histogram* of edge local orientations for sketch-based *image* retrieval," *Pattern Recognition*, pp. 432-441, 2010.
- [2] J. P. Eakins, "Trademark *image* retrieval," dalam *S.W. Lew (Ed), Principle of visual Information Retrieval*, New York, Springer, 2001, pp. 319-354.
- [3] T. Kato, T. Kurita, N. Otsu dan K. Hirata, "A sketch retrieval method for full color *image database*-query by visual example," dalam *Proc. of the 11th IAPR International Conf on Computer Vision and Applications*, 1992.
- [4] A. K. Jain dan A. Vailaya, "A case study with trademark *image databases*," *Pattern recognition*, vol. 31, no. 9, pp. 1369-1390, 1998.
- [5] N. M. Asiri, N. AlHumaidi dan N. AIOsaim, "Combination of *Histogram* of Oriented Combination of *Histogram* of Oriented Sketch-Based *Image* Retrieval," 2015.
- [6] R. Hu, M. Barnard, and J. P. Collomosse, "Gradient field descriptor for sketch based retrieval and localization," in *ICIP*, 2010, pp. 1025-1028.
- [7] N. Dalal dan B. Triggs, "*Histograms* of Oriented Gradients for Human Detection," dalam *one-Alps, 655 avenue de l'Europe*, Montbonnot 38334, France, 2005.
- [8] R. Hu dan J. Collomosse, "A Performance Evaluation of Gradient Field HOG Descripor for Sketch Based *Image* Retrieval," *Computer Vision and Image Understanding (CVIU)*, 2013.
- [9] MPEG-7, "Subjective Evaluation of the MPEG-7 Retrieval Accuracy Measure (ANMRR)," 2000.
- [10] J. R. Taylor, "An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements," dalam *University Science Books*, 1999, pp. 128-129.