

Ekstraksi Fitur Warna, Tekstur dan Bentuk untuk *Clustered-Based Retrieval of Images (CLUE)*

I Gusti Rai Agung Sugiarta¹, Made Sudarma², I Made Oka Widyantara³

Abstract—Picture (image) is a media that used for storing visual data, for example, two-dimensional images are often used to store an incident. Images on the internet media growth very rapidly. There are a lot of image, video, text or other content on the Internet. Image Index and image retrieval again become a topic of research in the last decade in which concentrated on how to get the meaning of an information contained in an image. Three methods outlined in the search for an image, the text-based image retrieval, content-based image retrieval and indexing images in the order of language. This study focuses on the preparation of the features of an image based on color and texture. Features colors using the average value of Hue image, texture features using Gray Level occurrence Matrix (GLCM). Color, texture, and shape extraction technique resulted in eighteen (18) feature that can be used as features in the process of Clustering. Measurement of the image retrieval have highest recall value at 1 and precisions value of 0.44.

Intisari— Gambar(citra) merupakan media yang digunakan untuk menyimpan data visual, sebagai contoh gambar dua dimensi yang sering dipergunakan untuk menyimpan suatu kejadian. Tidak bisa dipungkiri kebiasaan untuk menyimpan gambar pada media internet sangat pesat. Terdapat banyak konten gambar, video, teks atau konten yang lainnya di jaringan Internet. Image Index dan images retrieval merupakan teknik untuk bagaimana cara mendapatkan makna dari sebuah informasi yang terkandung dalam sebuah gambar. Tiga metode secara garis besar dalam image retrieval, yaitu image retrieval berbasis teks, berbasis konten, dan image retrieval dengan tatanan bahasa. Penelitian ini berfokus pada penyiapan fitur dari sebuah gambar berdasarkan warna, tekstur, dan bentuk. Fitur warna menggunakan metode Color Histogram, fitur tekstur menggunakan Gray Level Occurance Matrix (GLCM), dan bentuk menggunakan Edge Direction metode Canny Edge Detection. Teknik ekstraksi warna, tekstur, dan bentuk menghasilkan 18 (delapan belas) buah fitur yang mampu digunakan sebagai fitur di proses Clustering gambar. Pengukuran pencarian gambar menunjukkan penggunaan fitur bentuk memiliki nilai pengukuran tertinggi yaitu recall sebesar 1 dan precision sebesar 0,44.

Kata Kunci— Ekstraksi Fitur Warna, Ekstraksi Fitur Tekstur, Ekstraksi Fitur Bentuk, Gray Level Occurance Matrix, Clustered-Based Retrieval of Images.

I. PENDAHULUAN

Gambar(citra) merupakan media yang digunakan untuk menyimpan data visual, sebagai contoh gambar dua dimensi yang sering dipergunakan untuk menyimpan suatu kejadian.

¹Mahasiswa Magister Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Udayana, Kampus Sudirman, Denpasar-Bali (telp:0361239599, e-mail: rai_sugiarta@gmail.com)

^{2,3}Dosen Magister Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Udayana, Kampus Sudirman, Denpasar-Bali (telp:0361239599, e-mail: msudarma@unud.ac.id, oka.widyantara@unud.ac.id)

Gambar akan menyimpan data dan bisa dijadikan sebuah informasi. Gambar akan dikumpulkan pada sebuah tempat yang kemudian hari bisa diambil dan dipergunakan. Tidak bisa dipungkiri kebiasaan untuk menyimpan gambar pada media internet sangat pesat. Terdapat banyak konten gambar, video, teks atau konten yang lainnya di jaringan Internet. Ini memberikan manfaat apabila ada pengguna yang berkeinginan menggunakan sebuah gambar dengan tema tertentu. Proses pencarian dan penjelajahan sebuah gambar pada sekumpulan gambar yang banyak tentu akan membutuhkan waktu yang sangat lama.

Chen Yixin (2004) mengungkapkan image retrieval dengan teknik indeks makna gambar secara otomatis merupakan hal yang sangat penting keberadaannya, pengenalan objek dan memahami gambar. Ini merupakan teknik diantara teknik temu dengan teks dan konten. Diperkenalkan juga skema CLUE (*Clustered-based rEtieval of images*) dengan menggunakan pembelajaran mesin tanpa pengawasan (*machine unsupervised learning*) dengan menggunakan metode *clustering* yang berbasiskan dari kemiripan konten yang dijadikan acuan pencarian oleh pengguna [1].

Feature Extraction atau ekstraksi ciri merupakan proses pengindeksan suatu database citra dengan isinya. Secara matematik, setiap ekstraksi ciri merupakan *encode* dari *vector* n dimensi yang disebut dengan *vector* ciri. Komponen *vector* ciri dihitung dengan pemrosesan citra dan teknik analisis serta digunakan untuk membandingkan citra yang satu dengan citra yang lain. Ekstraksi ciri diklasifikasikan ke dalam 3 jenis yaitu *low-level*, *middle-level*, dan *high-level*. *Low-level* merupakan ekstraksi ciri berdasarkan isi visual seperti warna dan tekstur, *middle-level* merupakan ekstraksi berdasarkan wilayah citra yang ditentukan dengan segmentasi, sedangkan *high-level* merupakan ekstraksi ciri berdasarkan informasi semantic yang terkandung dalam citra [2].

Penelitian ini menerapkan fitur ekstraksi warna dengan *color histogram*, fitur ekstraksi tekstur dengan *Gray Level oCcurance Matrix*(GLCM) dan fitur ekstraksi bentuk dengan *Edge Direction Histogram* metode *Canny Edge Detection*. Citra yang digunakan untuk uji coba model yang dikembangkan ini adalah beberapa citra uji dari Corel Database Dataset. Untuk mengetahui unjuk kerja dari fitur ekstraksi mempergunakan metode pengujian *recall* dan *precision* [3].

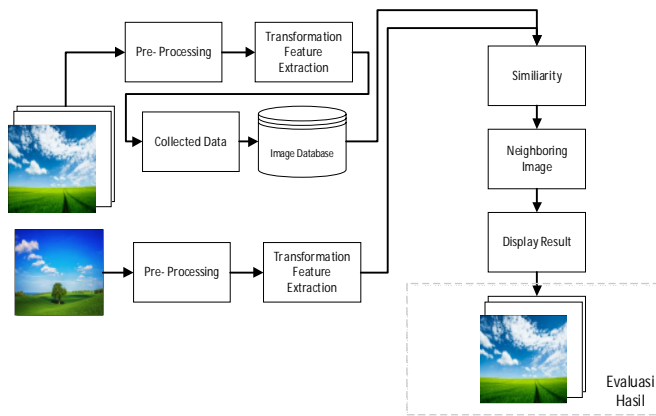
II. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Umum Sistem

Gambar 1 menunjukkan gambaran umum sistem dari penelitian yang diusulkan. Citra sampel yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Corel Database Dataset.



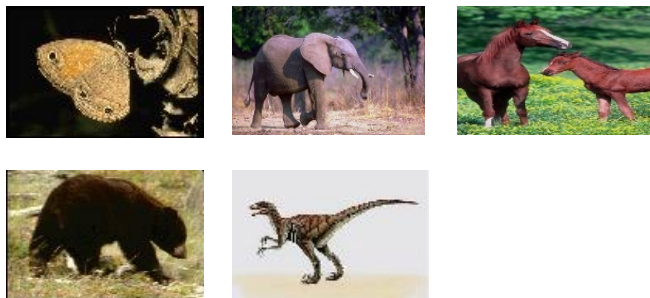
Pengujian menggunakan 1.435 gambar latih yang dibedakan menjadi 13 kelompok gambar, yaitu kategori gambar: Anjing, Beruang, Bus, Dinosaurius, Gajah, Hutan, Ikan, Kucing, Kuda, Kupu-kupu, Mawar, Pantai, dan Pemandangan. Hasil uji coba sistem ini dievaluasi menggunakan dua pendekatan yaitu metode *recall* dan *precision* dengan mengukur nilai kesesuaian gambar uji dengan gambar latih.



Gambar 1: Gambaran Umum Sistem

B. Data Uji

Citra latih dan citra uji yang digunakan pada penelitian ini adalah Corel Database Dataset yang diperoleh dari Corel Photo Gallery [4]. Berbagai macam citra uji dengan beragam variasi dan karakteristik tersebut dibungkus kedalam sebuah dataset yang dapat diunduh secara gratis. Dari sekian banyak citra uji yang tersedia, pada penelitian ini hanya digunakan 1.435 buah citra latih yang sudah dipilih berdasarkan karakteristik warna yang bervariasi, dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2: Kategori citra latih: (a) kupu-kupu, (b) gajah, (c) kuda, (d) beruang, (e) dinosaurus

C. Preprocessing

Pre-processing gambar latih merupakan langkah untuk meningkatkan kualitas gambar. Gambar mengalami transformasi untuk menghasilkan fitur penting dari sebuah gambar. Pada aplikasi penelitian ini menggunakan teknik perubahan aras warna gambar, yaitu dari gambar berwarna menjadi gambar abu-abu (*grayscale*). Pengubahan aras warna menjadi gambar abu-abu juga akan menurunkan tingkat komputasi pada tahap pengambilan fitur.

D. Ekstraksi Fitur Warna

Gambar tersusun dari piksel-piksel yang memiliki ukuran intensitas warna masing-masing. Sebaran warna di tiap-tiap piksel ditunjukkan oleh *histogram*. *Histogram* menunjukkan distribusi piksel berdasarkan intensitas *graylevel* (derajat keabuan) yang dimiliki tiap-tiap piksel. Penggunaan *histogram* sebagai metode ekstraksi ciri didasarkan pada perbedaan sebaran atau distribusi piksel di masing-masing gambar. Pada proses ekstraksi warna diawali dengan merubah aras warna RGB menjadi aras keabuan (*grayscale*). Nilai warna keabuan dari masing-masing piksel yang menyusun gambar di kelompokkan menjadi 8 kelompok rentang nilai piksel warna (*bin*). Tiap kelompok jumlah anggota kemudian dinormalisasi dengan cara di bagi dengan hasil perkalian panjang dan lebar gambar (banyak piksel warna penyusun gambar).

E. Ekstraksi Fitur Tekstur

Ciri tekstur merupakan ciri penting dalam sebuah gambar yang merupakan informasi berupa susunan struktur permukaan suatu gambar. Dalam penelitian ini menggunakan *Gray Level oCcurance Matrix* (GLCM) sebagai matrik pengambilan nilai keabuan dari sebuah gambar. Berikut merupakan tahapan yang digunakan dalam pengambilan ciri tekstur dari sebuah gambar.

- 1) Citra warna dirubah menjadi citra grayscale
- 2) Masing-masing nilai dari RGB citra dirubah menjadi abu-abu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:
keabuan = 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B (1)
- 3) Piksel baru = setPixel(255, nilai keabuan, nilai keabuan, nilai keabuan)
- 4) Segmentasi nilai warna ke dalam 16 bin
- 5) Hitung nilai-nilai co-occurrence matrix dalam empat arah masing-masing 0°, 45°, 90°, dan 135°
- 6) Hitung informasi ciri tekstur yaitu yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, dan *entropy*

Contrast dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sum_k k^2 [\sum_i \sum_j p(i, j)] \tag{2}$$

Correlation dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)P(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \tag{3}$$

Energy dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sum_{i,j} P(i, j)^2 \tag{4}$$

Homogeneity dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sum_{i,j} \frac{P(i,j)}{1+|i-j|} \tag{5}$$

Entropy dihitung dengan persamaan berikut:

$$-\sum_{i,j} P(i,j) \log P(i,j) \tag{6}$$

F. Ekstraksi Fitur Bentuk

Ciri bentuk merupakan karakter dari suatu objek yang merupakan konfigurasi oleh garis dan kontur. Fitur bentuk dikategorikan bergantung pada teknik yang digunakan. Kategori tersebut adalah berdasarkan batas (*boundary-based*)

dan berdasarkan daerah (*region-based*). Teknik berdasarkan batas (*boundary-based*) menggambarkan bentuk daerah dengan menggunakan karakteristik ekstremal, contohnya adalah piksel sepanjang batas objek. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Canny Edge Detection* yang dipergunakan untuk menemukan bagian-bagian tepi dari sebuah objek. *Edge detection* adalah menemukan bagian pada citra yang mengalami perubahan intensitas warna secara drastis. Algoritma *Canny Edge Detection* secara umum beroperasi sebagai berikut:

- 1) Penghalusan untuk mengurangi dampak noise terhadap pendeteksian tepi
- 2) Menghitung potensi gradient citra
- 3) *Non-maximal suppression* dari gradient citra untuk melokalisasi *edge* secara presisi
- 4) *Hysteresis thresholding* untuk melakukan klasifikasi akhir

G. Perbandingan Kemiripan

Proses perbandingan kemiripan dari hasil kluster citra merupakan hasil dari ekstraksi ciri warna, ekstraksi ciri bentuk dan ekstraksi ciri tekstur. Keanggotaan suatu citra dalam klustering yang terbentuk akan menjadi pembanding untuk gambar uji yang dimasukkan. Metode yang dipakai untuk mengukur jarak antar dua centroid adalah menggunakan *Manhattan Distance* dirumuskan sebagai berikut [6]:

$$Total[Abs[u-v]] \tag{7}$$

dengan u dan v merupakan vector. Dalam penelitian ini u merupakan atribut fitur citra uji dan v merupakan atribut fitur citra latih dan citra uji. Setelah *centroid* yang memiliki jarak paling dekat tadi ditemukan.

H. Pengujian dan Evaluasi Hasil

Pengujian dilakukan dengan memproses fitur ekstraksi gambar latih, kemudian dihitung perbandingan kemiripan dengan fitur ekstraksi gambar uji. Pengujian menggunakan 13 kelompok gambar latih dan 2 gambar uji. Evaluasi hasil menggunakan dua pendekatan sebagai berikut.

Pengukuran unjuk kerja sistem yang dikembangkan ini dilakukan dengan mengukur kualitas hasil pencarian gambar yang melibatkan gambar latih dengan gambar uji. Pengukuran menggunakan metode *Recall* dan *Precision*[3].

$$Recall = \frac{|{relevant\ document} \cap {retrieved\ document}|}{|{retrieved\ document}|} \tag{8}$$

dengan *relevant document* : banyak gambar yang sesuai dengan gambar uji dari gambar yang ditampilkan sistem.

retrieved document : banyak gambar yang ditampilkan oleh sistem sesuai dengan gambar uji.

relevant document database: banyak gambar yang sesuai dengan gambar uji yang disimpan dalam basis data.

$$Precision = \frac{|{relevant\ document} \cap {retrieved\ document}|}{|{relevant\ document}|} \tag{9}$$

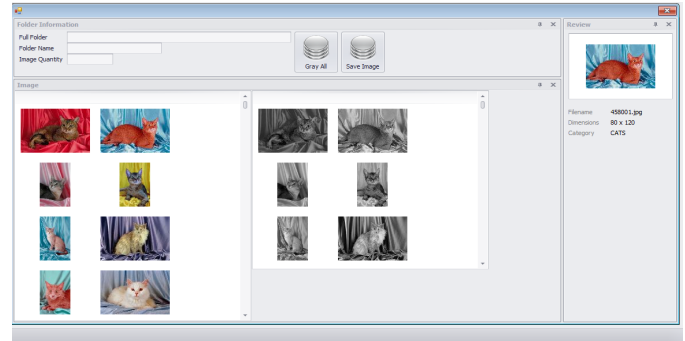
dengan *relevant document* : banyak gambar yang sesuai dengan gambar uji dari gambar yang ditampilkan sistem.

retrieved document : banyak gambar yang ditampilkan oleh sistem sesuai dengan gambar uji.

I Gusti Rai Agung Sugiartha:Ekstraksi Fitur Warna, Tekstur....

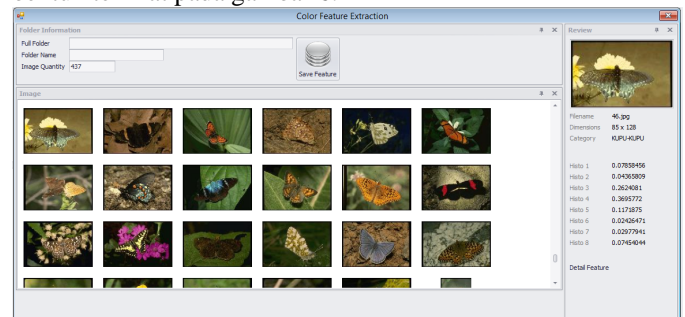
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem *image retrieval* yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C# dan mesin basis data SQL Server 2008. Pengujian sistem ini dilakukan dengan mempersiapkan gambar latih terlebih dahulu dengan proses *praprocessing* terlebih dahulu seperti terlihat di gambar 3.

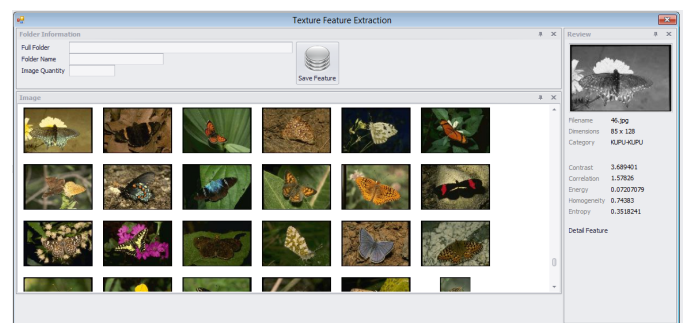


Gambar3: Halaman *Pre-processing grayscale* gambar latih

Proses selanjutnya adalah pengambilan ekstraksi fitur warna, fitur tekstur, dan fitur bentuk dari masing-masing gambar latih. Pengambilan fitur warna terlihat pada gambar 4, pengambilan fitur tekstur terlihat pada gambar 5, dan pengambilan fitur bentuk terlihat pada gambar 6.

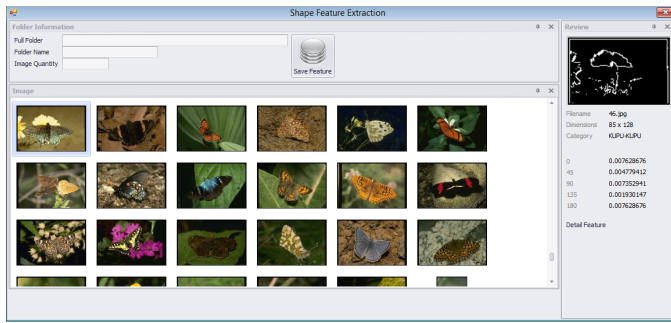


Gambar4: Halaman Pengambilan Fitur Warna Gambar Latih



Gambar5: Halaman Pengambilan Fitur Tekstur Gambar Latih

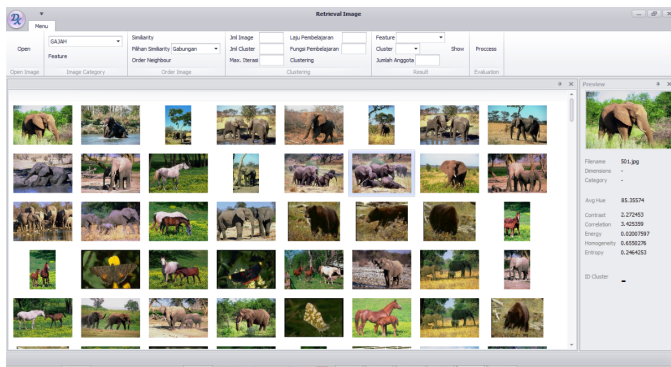




Gambar6: Halaman Pengambilan Fitur Bentuk Gambar Latih

Pengujian unjuk kerja sistem yang dikembangkan dengan menguji *image retrieval* dengan gambar uji. Gambar uji yang dipergunakan adalah gambar dari kategori gajah dan gambar kategori bus.


Seperti langkah persiapan gambar latih, gambar uji yang dipergunakan juga melalui proses para-processing dan pengambilan fitur warna, tekstur, dan bentuk. Hasil perhitungan jarak antar fitur-fitur gambar latih dengan gambar uji terlihat seperti pada gambar 7.



Gambar7: Halaman Similarity Fitur Gambar Latih dengan Gambar Uji

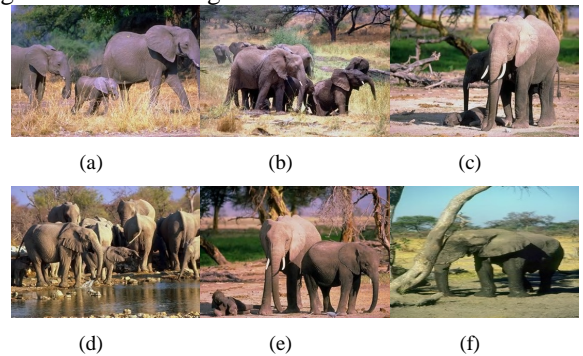
Hasil pengukuran pencarian gambar kategori gajah terlihat pada tabel 1. Pencarian gambar dengan kategori Gajah terlihat lebih bagus mempergunakan gabungan fitur warna, tekstur dan bentuk. Nilai *precision* dari penggunaan fitur gabungan menunjukkan nilai 0,33 ketika menggunakan gambar latih sebanyak 100 gambar. Nilai *precision* yang terbaik adalah nilai yang mendekati nilai 1.

TABEL 1 HASIL PENGUKURAN PENCARIAN GAMBAR KATEGORI GAJAH

Gambar Uji	Fitur	Jml Gambar	Retrieval	
			Recall	Precision
	Warna	100	1	0.32
	Tekstur	100	1	0.22
	Bentuk	100	1	0.26
	Gabungan	100	1	0.33
	Warna	200	1	0.23
	Tekstur	200	0.53	0.22
	Bentuk	200	1	0.15
	Gabungan	200	0.45	0.25

Gambar Uji	Fitur	Jml Gambar	Retrieval	
			Recall	Precision
	Warna	300	1	0.26
	Tekstur	300	0.6	0.27
	Bentuk	300	1	0.18
	Gabungan	300	0.51	0.28

Pengukuran kualitas masing-masing hasil ekstraksi fitur menggunakan beberapa gambar latih, dimana gambar latih yang dipergunakan adalah gambar latih yang memiliki nilai kedekatan paling kecil dengan gambar uji. Gambar latih yang dipergunakan terlihat di gambar 8.



Gambar8: Gambar latih jarak kedekatan terkecil dengan gambar uji kategori gajah

Perhitungan jarak nilai fitur gambar uji dengan fitur gambar latih diperlihatkan pada tabel 2 untuk fitur warna, tabel 3 untuk fitur tekstur, dan tabel 3 untuk fitur bentuk.

TABEL 2 HASIL PENGUKURAN JARAK FITUR WARNA KATEGORI GAJAH

Gambar	Fitur Warna								Jarak (Manhattan Distance)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
a	0.1001	0.0675	0.106	0.1262	0.2387	0.1843	0.1761	0.001	0.2808
b	0.0711	0.0893	0.1335	0.1868	0.187	0.2071	0.1176	0.0076	0.1089
c	0.1006	0.1434	0.1591	0.2584	0.1739	0.1087	0.0502	0.0056	0.32
d	0.1066	0.0827	0.1286	0.2407	0.1898	0.1648	0.0836	0.0032	0.1525
e	0.0782	0.1034	0.1416	0.1749	0.1767	0.1922	0.1245	0.0085	0.1449
f	0.1153	0.1601	0.1624	0.1884	0.1932	0.1502	0.0295	0.0009	0.3357
uji	0.0973	0.0588	0.1341	0.2145	0.173	0.206	0.113	0.0034	
Rata-rata jarak data latih dengan data uji									0.2238

TABEL 3 Hasil Pengukuran jarak fitur Tekstur kategori Gajah

Gambar	Fitur Tekstur					Jarak (Manhattan Distance)
	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity	Entropy	
a	1.3897	0.0475	0.7662	3.5205	0.3072	0.5783
b	1.67	0.0229	0.691	2.9464	0.2554	0.4343
c	1.7863	0.0276	0.7201	2.9725	0.2661	0.48
d	1.3421	0.0296	0.7275	3.1842	0.2715	0.2887
e	1.4758	0.0266	0.7437	3.524	0.2656	0.6663
f	1.4411	0.0279	0.7378	3.3489	0.2697	0.457
uji	1.3864	0.034	0.7619	2.9888	0.2817	
Rata-rata jarak data latih dengan data uji						0.4841

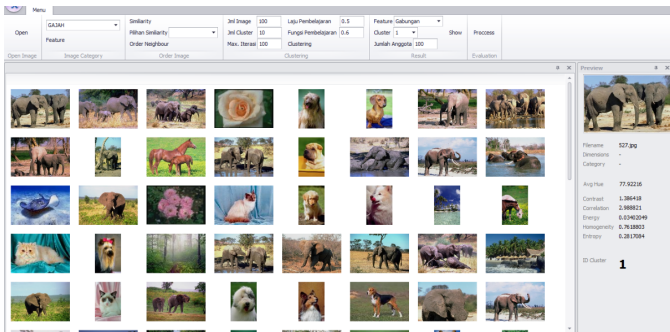
TABEL 4 Hasil Pengukuran jarak fitur Bentuk kategori Gajah

Gambar	Fitur Bentuk					Jarak (Manhattan Distance)
	0°	45°	90°	135°	180°	
a	0.0089	0.0064	0.0077	0.0007	0.0088	0.0067
b	0.0082	0.0038	0.0067	0.0018	0.0082	0.0027
c	0.013	0.0048	0.0075	0.0025	0.0131	0.0133
d	0.0054	0.0019	0.0026	0.0012	0.0054	0.0143
e	0.0114	0.0055	0.0111	0.0017	0.0113	0.0104
f	0.012	0.0034	0.0083	0.0016	0.0118	0.0089
uji	0.0081	0.0037	0.0091	0.0018	0.0081	
Rata-rata jarak data latih dengan data uji						0.009383333

Hasil pengujian dapat dilihat bahwa penggunaan fitur gabungan lebih bagus menghasilkan nilai hasil pengujian pencarian gambar untuk kategori gambar gajah. Pengujian untuk gambar kategori gajah memperlihatkan bahwa nilai recall sebesar 1 dan precisió sebesar 0,24. Hasil pencarian gambar dengan menggunakan gambar berkategori gajah terlihat pada gambar 9.

TABEL 5 Hasil pengujian pencarian gambar kategori Gajah


Gambar	Rata-rata Pengujian Hasil Pencarian Gambar							
	Recall				Precision			
	Warna	Tekstus	Bentuk	Gabungan	Warna	Tekstur	Bentuk	Gabungan
a	1	0.69	1	0.66	0.24	0.22	0.18	0.26
b	1	0.68	1	0.67	0.28	0.24	0.20	0.26
c	1	0.66	1	0.63	0.25	0.19	0.13	0.22
d	1	0.69	1	0.85	0.17	0.22	0.12	0.22
e	1	0.68	1	0.64	0.15	0.20	0.17	0.21
f	1	0.54	1	0.61	0.30	0.20	0.16	0.24
Rata-rata	1	0.66	1	0.68	0.23	0.21	0.16	0.24



Gambar9: Hasil Pengujian Sistem Data Uji Kategori Gajah

Hasil pengukuran hasil pencarian gambar kategori bus terlihat pada tabel 6.

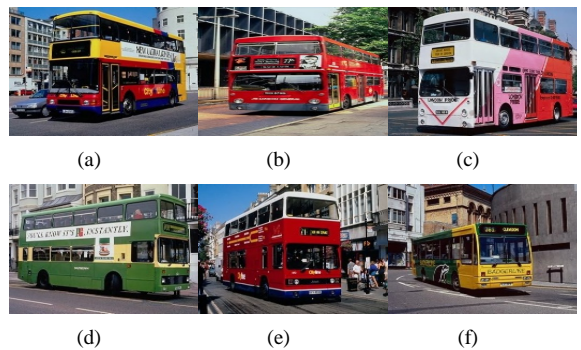
TABEL 6 Hasil Pengukuran Pencarian Gambar Kategori Bus

Gambar Uji	Fitur	Jml Gambar	Retrieval	
			Recall	Precision
	Warna	100	1	0.29
	Tekstur	100	1	0.45

I Gusti Rai Agung Sugiarta:Ekstraksi Fitur Warna, Tekstur....

Gambar Uji	Fitur	Jml Gambar	Retrieval	
			Recall	Precision
	Bentuk	100	1	0.6
	Gabungan	100	1	0.45
	Warna	200	1	0.25
	Tekstur	200	1	0.34
	Bentuk	200	1	0.44
	Gabungan	200	1	0.34
	Warna	300	1	0.21
	Tekstur	300	0.54	0.32
	Bentuk	300	1	0.32
	Gabungan	300	0.53	0.33

Pengukuran kualitas masing-masing hasil ekstraksi fitur menggunakan beberapa gambar latih, dimana gambar latih yang dipergunakan adalah gambar latih yang memiliki nilai kedekatan paling kecil dengan gambar uji. Gambar latih yang dipergunakan terlihat di gambar 10.



Gambar10: Gambar latih jarak kedekatan terkecil dengan gambar uji kategori bus

Perhitungan jarak nilai fitur gambar uji dengan fitur gambar latih diperlihatkan pada tabel 7 untuk fitur warna, tabel 8 untuk fitur tekstur, dan tabel 9 untuk fitur bentuk.

TABEL 7 Hasil Pengukuran jarak fitur Warna kategori Bus

Gambar	Fitur Warna								Jarak (Manhattan Distance)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
a	0.2981	0.1047	0.1594	0.1551	0.0847	0.0873	0.1006	0.0101	0.3612
b	0.18	0.1921	0.1482	0.1485	0.1231	0.1097	0.0761	0.0223	0.4374
c	0.2584	0.1491	0.1512	0.087	0.1085	0.0834	0.1379	0.0244	0.3069
d	0.1392	0.0772	0.2726	0.2343	0.0668	0.067	0.1011	0.0418	0.6932
e	0.2895	0.242	0.1149	0.1301	0.0885	0.0604	0.0473	0.0273	0.3566
f	0.1972	0.0991	0.1671	0.3136	0.0952	0.0684	0.0529	0.0066	0.5473
uji	0.281	0.117	0.1297	0.0877	0.2318	0.058	0.0635	0.0313	
Rata-rata jarak data latih dengan data uji									0.4504

TABEL 8 Hasil Pengukuran jarak fitur Tekstur kategori Bus



Gambar	Fitur Tekstur					Jarak (Manhattan Distance)
	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity	Entropy	
a	4.5305	0.0499	0.7032	9.9276	0.3014	1.656
b	5.7888	0.0209	0.6397	7.4348	0.2418	2.2472
c	5.4353	0.0304	0.6667	11.6831	0.2628	2.5425
d	4.2114	0.0364	0.6847	5.7601	0.2766	5.1058
e	4.524	0.0423	0.6967	8.7971	0.2879	1.7454
f	3.8642	0.0332	0.6755	4.59	0.2717	6.6404
uji	5.6397	0.0455	0.6875	9.4102	0.2921	
Rata-rata jarak data latih dengan data uji						3.3229

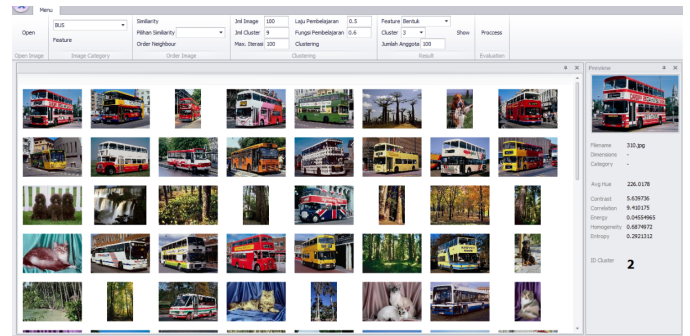
TABEL 9 Hasil Pengukuran jarak fitur Bentuk kategori Bus

Gambar	Fitur Bentuk					Jarak (Manhattan Distance)
	0°	45°	90°	135°	180°	
a	0.026	0.0018	0.0267	0.0009	0.026	0.0176
b	0.0282	0.0052	0.0247	0.0027	0.028	0.019
c	0.0287	0.0053	0.0225	0.0027	0.0285	0.0203
d	0.0228	0.0016	0.0292	0.0007	0.0225	0.0222
e	0.0265	0.007	0.0204	0.0015	0.0262	0.0274
f	0.0226	0.002	0.0231	0.0006	0.0226	0.0281
uji	0.0317	0.0023	0.0321	0.0012	0.0317	
Rata-rata jarak data latih dengan data uji						0.0224

Hasil pengujian dapat dilihat bahwa penggunaan fitur bentuk lebih bagus menghasilkan nilai hasil pengujian pencarian gambar untuk kategori gambar bus. Pengujian untuk gambar kategori bus memperlihatkan bahwa nilai *recall* sebesar 1 dan *precision* sebesar 0,44. Hasil pencarian gambar dengan menggunakan gambar berkategori bus terlihat pada gambar 11.

TABEL 10 Hasil pengujian pencarian gambar kategori Bus

Gambar	Rata-rata Pengujian Hasil Pencarian Gambar							
	Recall				Precision			
	Warna	Tekstus	Bentuk	Gabungan	Warna	Tekstur	Bentuk	Gabungan
a	1	0.84	1	0.83	0.28	0.37	0.50	0.38
b	1	0.73	1	1	0.24	0.23	0.40	0.27
c	1	0.83	1	1	0.31	0.34	0.37	0.35
d	1	0.92	1	0.84	0.07	0.24	0.53	0.26
e	1	1	1	0.84	0.23	0.35	0.34	0.39
f	1	0.88	1	0.70	0.22	0.16	0.50	0.14
Rata-rata	1	0.87	1	0.87	0.22	0.28	0.44	0.30



Gambar 11: Hasil Pengujian Sistem Data Uji Kategori Gajah

IV. KESIMPULAN

Sistem *image retrieval* yang dikembangkan mampu menghasilkan pencarian gambar sesuai dengan gambar uji. Proses *preprocessing* menggunakan pengubahan gambar berwarna ke gambar abu-abu (*grayscale*) yang berfungsi untuk menyederhanakan warna gambar latih dan gambar uji agar lebih mudah untuk pengambilan fitur. Pengambilan fitur gambar menggunakan 3 metode yaitu ekstraksi fitur warna dengan *color histogram* 8 bin, ekstraksi fitur tekstur dengan *GLCM (Gray Level oCcurance Matrix)*, dan fitur bentuk dengan metode *edge direction* 5 arah dan metode *Canny* sebagai deteksi tepi. Pengujian hasil pencarian gambar menggunakan *recall* dan *precision*. Hasil pengukuran pencarian citra dengan metode *recall* dan *precision* diatas 0.8 dari rentang nilai 0 sampai dengan 1, hal ini menunjukkan bahwa sistem sudah bisa memberikan hasil pencarian gambar yang bagus sesuai dengan citra uji yang digunakan. Nilai pengukuran pencarian gambar menunjukkan penggunaan fitur bentuk memiliki nilai pengukuran tertinggi, ini disebabkan karena data latih dan data uji dari kategori gajah dan bus memiliki bentuk objek yang khusus dan sangat berbeda dengan bentuk objek dari kategori gambar yang lainnya. Semakin banyak objek dan komposisi warna yang menjadi warna latar di suatu gambar menghasilkan fitur-fitur yang menyulitkan untuk dikelompokkan.

REFERENSI

- [1] Chen, Yixin. 2004. Machine Learning and Statistical Modelling Approaches To Image Retrieval. Kluwer Academic Publisher: Boston
- [2] Parker, J.R. 2011. Algorithms for Image Processing and Computer Vision. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc
- [3] Raghavan, Vijay. 1989. A Critical Investigation of Recall and Precision as Measures of Retrieval System Performance. ACM Transactions on Information Systems, Vol.7, Hal 205-229
- [4] J. Z. Wang, J. Li, and G. Wiedehold. 2001. SIMPLiCity: Semantics-Sensitive Integrated Matching for Picture Libraries. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23 : 947-963
- [5] Ferguson, Jeremiah R. 2007. Using the Gray-Level Co-Occurrence Matrix to Segment and Classify Radar Imagery. Reno: University of Nevada
- [6] Madhulata, Soni. 2012. An Overview On Clustering Methods. IOSR Journal of Engineering, Vol2(4), Hal: 719-725