

Sistem perolehan citra berbasis isi Berdasarkan tekstur menggunakan metode *Gray level co-occurrence matrix* dan *Euclidean distance*

***Fitri Damayanti, **Husni, ***Elya Farida**

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang PO. BOX 2 Kamal, Bangkalan, Madura 69192

E-Mail: *fitri2708@yahoo.com, **lunix96@yahoo.com, ***chyifa_melon@yahoo.co.id

Abstrak

Dewasa ini pencarian citra berbasis teks sudah tidak efektif lagi karena adanya penilaian subyektif dari pengguna dalam merepresentasikan suatu citra. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat menangani pencarian citra menggunakan *query* berupa citra atau disebut Sistem Perolehan Citra Berbasis Isi (SPCI) atau *Content Based Image Retrieval* (CBIR). Jika nama file dimodifikasi dan dirubah, dengan menggunakan SPCI tidak menyebabkan pencarian citra menjadi rancu karena tidak didasarkan pada teks atau nama dari sebuah file melainkan berdasarkan ciri baik bentuk, warna maupun tekstur. Dalam penelitian ini penggunaan ciri tekstur sebagai proses pencarian kemiripan dari delapan kelas citra yang berbeda yaitu: bangunan, bus, dinosaurus, gajah, gunung, kuda, mawar, dan pantai sebagai objek untuk Sistem Perolehan Citra Berbasis Isi. Sistem ini dibangun dengan proses utama yaitu ekstraksi fitur tekstur dengan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Dari hasil ekstraksi fitur tersebut akan dilakukan pengukuran kemiripan dengan citra database menggunakan metode *Euclidean Distance*. Citra *query* dan citra database yang digunakan sebanyak 200 citra dengan delapan kelas citra didalamnya. Dari uji coba sistem ini yang menggunakan pengukuran kemiripan *Euclidean Distance* dengan nilai *threshold*=0,01 diperoleh akurasi presisi sebesar 79% pada data pelatihan 184 dan data uji coba 16, dengan jumlah citra yang ditampilkan 10.

Kata Kunci : Tekstur, Sistem Perolehan Citra berbasis Isi, *Gray Level Co-occurrence Matrix*, *Euclidean Distance*.

Abstract

Today the image of text-based search is no longer effective because of the subjective assessment of the user in representing an image. Therefore we need a system that can handle image search using the query of image also called *Content Based Image Retrieval* (CBIR). If the file name is modified and changed using the CBIR will not cause the image search to be confusing because the search is not based on the text or the name of a file but by characteristics of shapes, colors and textures. In this study the use of texture features as similarity search process from eight different classes of images, namely: buildings, buses, dinosaurs, elephants, mountains, horses, roses, and the beach as an object for *Content Based Image Retrieval*. The system is built with the main process of a texture feature extraction using the method of *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). From the results of feature extraction will be measured similarity to the image database using *Euclidean Distance* method. Query image and the image database used by 200 image with the image of the eight classes in it. From this test, system that uses *Euclidean Distance* similarity measure with a *threshold*=0.01 obtained at 79% precision accuracy on the training data 184 and 16 trial data, the image displayed by the number 10.

Key words : Texture, CBIR, GLCM, *Euclidean Distance*

PENDAHULUAN

Sistem pencarian citra yang ada sekarang ini pada umumnya menggunakan metode tradisional dalam menyimpan dan mengelola citra. Pada metode ini, citra diberi keterangan berupa teks yang berhubungan dengan citra tersebut. Pemberian keterangan pada citra tersebut dilakukan secara manual. Apabila terdapat suatu basis data citra yang besar, maka sistem pencarian citra berdasarkan teks menjadi tidak praktis karena pemberian keterangan pada citra tersebut membutuhkan waktu yang sangat lama. Selain itu adanya persepsi manusia yang berbeda-beda terhadap suatu citra dapat mengakibatkan hasil pencarian citra tidak sesuai dengan yang diinginkan [1].

Untuk menghindari teknik tersebut, maka digunakan pendekatan alternative yaitu sistem perolehan citra berbasis isi (*Content Based Image Retrieval*) yang mencari citra hanya berdasarkan informasi yang ada pada citra. Informasi dari citra yang didapatkan merupakan ciri dari citra, pada level primitif dapat berupa warna, bentuk, tekstur. Dari ketiga *feature* tersebut sudah tampak jelas bahwa setidaknya suatu citra itu memiliki ciri, misal citra bebek yang memiliki ciri bentuk yang sebagaimana bebek, dan memiliki ciri warna dimana bebek memiliki warna putih serta memiliki tekstur bulu. Dengan hal yang seperti ini CBIR, meskipun kita memodifikasi atau merubah nama filenya, tidaklah membuat *image searching* menjadi rancu karena hal ini tidak didasarkan atas teks atau nama dari sebuah file melainkan berdasarkan ciri baik bentuk, warna maupun tekstur [2].

Pada penelitian ini dikembangkan sistem CBIR berdasarkan kemiripan tekstur dengan menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* sebagai proses ekstraksi fitur kemudian dilakukan perhitungan kemiripan dengan menggunakan *Euclidean Distance*.

KAJIAN PUSTAKA

Pencarian Citra

Pencarian citra dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok pencarian yaitu :

- Pencarian citra berbasis teks

Kelompok yang pertama mendeskripsikan citra sesuai dengan teks yang sudah didefinisikan sebelumnya. Citra diindeks dan dicari berdasarkan deskripsi-deskripsi

seperti ukuran, tipe, tanggal pembuatan, identitas pemilik, kata kunci atau deskripsi lain mengenai citra tersebut.

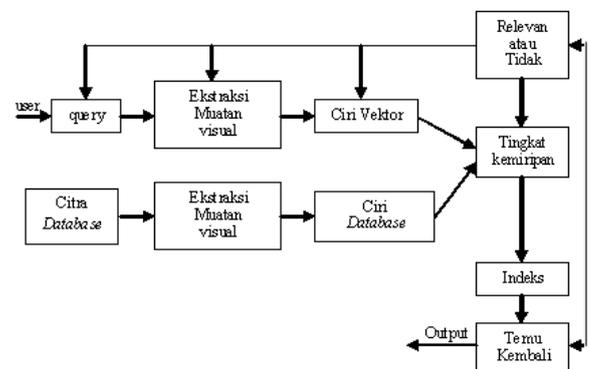
- Pencarian citra berbasis isi
Kelompok yang kedua melakukan pencarian citra berdasarkan query seperti dibawah ini:

Cari citra dari *database* yang mirip dengan citra x. Pencarian ini didasarkan pada informasi visual dari citra. Ada 3 modul utama dalam pencarian citra berbasis isi, yaitu:

- a) Ekstraksi fitur
- b) Pengindeks-an multidimensi
- c) Pencarian

Citra-citra dalam *database* citra diindeks berdasarkan informasi yang melekat secara visual seperti warna, tekstur, bentuk, pola, topologi citra, layout, dll [7].

Secara umum sistem CBIR (*Content-Based Image Retrieval*) dapat dinyatakan dalam gambar 1 [8].



Gambar 1. Diagram Content Based Image Retrieval

Tekstur

Tekstur adalah konsep intuitif yang mendeskripsikan tentang sifat kehalusan, kekasaran, dan keteraturan dalam suatu daerah/wilayah (*region*). Dalam pengolahan citra digital, tekstur didefinisikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan pixel yang bertetangga. Secara umum tekstur mengacu pada pengulangan elemen elemen tekstur dasar yang disebut primitif atau teksel (*texture element-textel*). Syarat-syarat terbentuknya suatu tekstur antara lain :

1. Adanya pola-pola primitif yang terdiri dari satu pixel atau lebih. Bentuk-bentuk pola primitif ini dapat berupa titik, garis lurus,

garis lengkung, luasan, dan lain-lain yang merupakan elemen dasar dari sebuah tekstur.

Pola-pola primitif tersebut muncul berulang-ulang dengan interval dan arah tertentu sehingga dapat diprediksi atau ditemukan karakteristik pengulangannya.

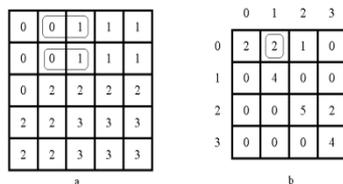
Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan proses pengindeksan suatu *database* citra dengan isinya. Secara matematik, setiap ekstraksi ciri merupakan *encode* dari vektor *n* dimensi yang disebut dengan vektor ciri. Komponen vektor 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 feature* merupakan ekstraksi ciri berdasarkan isi visual seperti warna dan tekstur, *middle-level feature* merupakan ekstraksi berdasarkan wilayah citra yang ditentukan dengan segmentasi, sedangkan *high-level feature* merupakan ekstraksi ciri berdasarkan informasi semantik yang terkandung dalam citra [4].

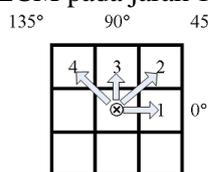
Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)

Matriks *co-occurrence* ini diperkenalkan pertama kali oleh Haralick untuk mengekstrak fitur-fitur yang digunakan sebagai analisis citra hasil penginderaan jauh [8]. *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) mempunyai sekumpulan informasi tentang derajat keabuan suatu pixel dengan tetanggannya, pada jarak dan orientasi yang tetap.

Berikut ini adalah gambaran pembentukan GLCM atas citra dengan 4 tingkat keabuan (*gray level*) pada jarak $d=1$ dan arah 0^0 .



Gambar 2. a. Contoh citra dengan 4 tingkat keabuan
 b. GLCM pada jarak 1 arah 0^0 [13].



Gambar 3. Arah pixel (Dari pixel di tengah pixel 1 menunjukkan arah = 0^0 dengan jarak $d=1$, pixel 2 arah = 45^0 dengan jarak $d=1$, pixel 3 arah = 90^0 dengan jarak $d=1$, dan pixel 4 arah = 135^0 dengan jarak $d=1$) [13].

Dalam perumusannya, matriks *co-occurrence* pada jarak d dan sudut dapat dituliskan sebagai persamaan:

$$p(i, j|d, \theta) = \frac{p(i, j|d, \theta)}{\sum_i \sum_j p(i, j|d, \theta)} \quad (1)$$

dengan

- $P(i_j / d, \theta)$ = matriks *co-occurrence*
- d = jarak antara dua pixel
- θ = sudut

Dalam persamaan akan diperoleh sekumpulan ciri dari citra. Apabila, dua citra dengan pola tekstur yang sama, tetapi berbeda ukurannya akan memiliki vektor ciri yang berbeda pula [10]. Dari matrik *co-occurrence* yang terbentuk, beberapa ciri tekstur dapat dihitung. Pengukuran nilai tekstur didasarkan pada 4 persamaan yaitu *energy*, *contrast*, *entropy*, *inverse difference*.

- *Energy*
Energy menyatakan tingkat keseragaman pixel-pixel suatu citra. Semakin tinggi nilai *energy*, maka semakin seragam teksturnya.

$$(E) = \sum_x \sum_y P(x, y)^2 \quad (2)$$

- *Contrast*
Contrast menyatakan kandungan variasi lokal pada citra. Semakin tinggi nilai *contrast* maka semakin tinggi tingkat kekontrasannya.

$$(I) = \sum \sum (x - y)^2 P(x, y) \quad (3)$$

- *Entropy*
Entropy menyatakan tingkat keacakan pixel-pixel suatu citra. Semakin tinggi nilai *entropy*, maka semakin acak teksturnya.

$$(S) = - \sum_x \sum_y P(x, y) \log P(x, y) \quad (4)$$

- *Invers difference*
Invers difference merupakan kebalikan dari *contrast*. Semakin tinggi nilai *Invers difference* maka semakin rendah tingkat kekontrasannya.

$$(H) = \sum_x \sum_y \frac{1}{1 + (x - y)^2} P(x, y) \quad (5)$$

dengan

$p(x, y)$ = gray level pada koordinat (x, y)

Nilai Normalisasi

Nilai normalisasi digunakan untuk mengecilkan data. Dari proses ekstraksi fitur diatas, secara otomatis akan didapatkan data yang besar dan untuk mengecilkan data tersebut dibutuhkan proses yang disebut sebagai proses *normalisasi data*. Dimana proses normalisasi ini akan menghasilkan data dengan range antara 0 (nol) sampai dengan 1 (satu) [2].

$$X = \{i_0, i_1, i_2, \dots, i_n\}$$

Maka

$$|X| = \sqrt{i_0^2 + i_1^2 + \dots + i_n^2}$$

$$|X| = xx$$

$$X = \{i_0/xx, i_1/xx, \dots, i_n/xx\} \quad (6)$$

Misal:

$$A = \{1, 3, 5\}$$

Maka

$$|A| = 5,9$$

$$A = \{1/5,9; 3/5,9; 5/5,9\}$$

Euclidean distance

Tahap terakhir dalam sistem temu kembali adalah pencarian kemiripan antara citra query dengan fitur dari citra-citra yang sudah disimpan pada *database*. Dalam program aplikasi pencarian gambar berdasarkan tekstur, *similarity measure* yang digunakan adalah *Euclidean distance*. pencarian dari suatu sistem pencarian gambar secara signifikan. *Euclidean distance* merupakan teknik yang paling sederhana untuk menghitung jarak di antara 2 vektor. Misalkan diberikan dua buah *feature vector* p dan q, maka jarak di antara dua *feature vector* p dan q ditentukan sebagai berikut [1].

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$$

$$Q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$d = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (7)$$

dengan

d = ukuran jarak antara query gambar P dan gambar Q yang ada di dalam basis data.

p = *feature vector* pada image P

q = *feature vector* pada image Q

Recall dan Precision

Recall menyatakan perbandingan jumlah materi relevan yang ditemukembali terhadap seluruh materi relevan. Sementara itu, *precision* menyatakan perbandingan materi yang ditemukembali yang relevan [4]. Presisi mengevaluasi kemampuan sistem temu kembali informasi untuk menemukan kembali data *topranked* yang paling relevan, dan didefinisikan sebagai persentase data yang dikembalikan yang benar-benar relevan terhadap query pengguna [4].

$$Recall = \frac{|Ra|}{|R|} \quad (8)$$

$$Precision = \frac{|Ra|}{|A|} \quad (9)$$

dengan

Ra = jumlah citra relevan yang ditemukembali

R = jumlah citra relevan dalam *database*

A = jumlah seluruh citra yang ditemukembali

RANCANGAN SISTEM

Deskripsi Sistem

Dalam penelitian ini dibangun sistem perolehan citra berbasis isi dengan ekstraksi fitur tekstur menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* dengan proses pencocokan menggunakan metode *Euclidean Distance*. Sistem ini menggunakan model QBE (*Query By Example*) yaitu pengguna memberi input berupa citra kemudian sistem akan mencari citra- citra lain yang mirip dengan citra query. Proses pertama untuk mendapatkan *feature vector* suatu citra adalah konversi citra *true color* ke *grayscale*, setelah itu dilakukan proses pengambilan nilai piksel dilanjutkan dengan proses kuantisasi pada citra *grayscale*. Dari hasil proses kuantisasi dilakukan proses ekstraksi fitur tekstur dengan menghitung 4 arah GLCM (0^0 , 45^0 , 90^0 dan 135^0) dan 4 fitur GLCM (*energy, contrast, entropy, inverse*

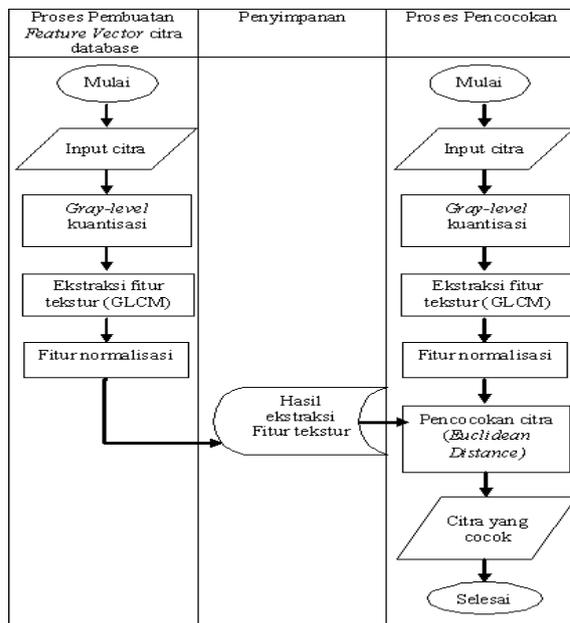
difference). Bobot arah dan fitur inilah yang disebut hasil dari proses ekstraksi fitur.

Setelah proses ekstraksi fitur tekstur diatas, secara otomatis akan didapatkan data vektor dari tiap citra. Dan untuk mengecilkan data tersebut dibutuhkan proses yang disebut sebagai proses *normalisasi*, yaitu proses menghasilkan data dengan range antara 0 (nol) sampai dengan 1 (satu).

Proses- proses diatas dilakukan baik pada citra query maupun pada proses pembuatan *Feature Vector* citra database. Kemudian dilakukan proses pencocokan (*matching*) antara citra query dengan *Feature vector* citra database menggunakan metode pencarian nilai jarak yaitu *Euclidean Distance*. Proses ini bertujuan untuk mencari citra yang mempunyai fitur yang mirip dengan citra query. Sebagai hasil dari sistem maka pada dialog aplikasi menampilkan 10, 20 dan 30 citra terurut mulai dari yang paling mirip sampai yang tidak mirip.

Desain Sistem

Blok diagram dari sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan sistem secara umum

Garis besar sistem dibagi menjadi 2 yakni proses pembuatan *Feature Vector* citra database dan proses pencocokan / pencarian citra. Hasil akhir dari dari pencarian citra tersebut adalah 10, 20 dan 30 citra yang memiliki tingkat kecocokan paling tinggi yang terdapat dalam *database*. Berikut perincian proses pembuatan *Feature Vector* citra database:

1. Citra input berupa citra statis dengan format .bmp
2. Citra input diubah dari warna RGB ke *grayscale*
3. Pengambilan nilai piksel *grayscale* kemudian dilakukan proses kuantisasi untuk menyederhanakan nilai piksel citra
4. kemudian dilakukan proses ekstraksi fitur tekstur dengan menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix*
5. Hasil ekstraksi fitur tekstur disimpan dalam *database* berbasis file di dalam folder CBIR.

Untuk proses pencocokan atau pencarian citra dilakukan proses sebagai berikut :

1. Citra input berupa citra statis dengan format .bmp
2. Citra input diubah dari warna RGB ke *grayscale*
3. Pengambilan nilai piksel *grayscale* kemudian dilakukan proses kuantisasi untuk menyederhanakan nilai piksel citra
4. kemudian dilakukan proses ekstraksi fitur tekstur dengan menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix*
5. Hasil ekstraksi fitur tekstur inputan citra kemudian dilakukan pencocokan dengan fitur tekstur yang terdapat dalam *database* dengan menggunakan *Euclidean Distance* Menampilkan citra yang mirip dengan citra input.

UJI COBA DAN ANALISIS

Uji coba terhadap sistem perolehan citra berbasis isi (CBIR) yang dikembangkan pada penelitian ini dibuat dalam 15 skenario. Skenario uji coba yang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Skenario uji coba

Jumlah citra yang ditampilkan	Skenario Uji Coba	Total Data Pelatihan	Total data Uji coba
10 Citra	1	120 (15 x 8)	80 (10 x 8)
	2	136 (17 x 8)	64 (8 x 8)
	3	152 (19 x 8)	48 (6 x 8)
	4	168 (21 x 8)	32 (4 x 8)
	5	184 (23 x 8)	16 (2 x 8)
20 Citra	6	120 (15 x 8)	80 (10 x 8)
	7	136 (17 x 8)	64 (8 x 8)
	8	152 (19 x 8)	48 (6 x 8)
	9	168 (21 x 8)	32 (4 x 8)
	10	184 (23 x 8)	16 (2 x 8)
30 Citra	11	120 (15 x 8)	80 (10 x 8)
	12	136 (17 x 8)	64 (8 x 8)
	13	152 (19 x 8)	48 (6 x 8)
	14	168 (21 x 8)	32 (4 x 8)
	15	184 (23 x 8)	16 (2 x 8)

Analisis Hasil uji coba

Setelah dilakukan uji coba terhadap sistem perolehan citra berbasis isi (CBIR), tabel 2, tabel 3 dan tabel 4 merupakan hasil rata-rata nilai *recall* dan *precision* berdasarkan tekstur terhadap 8 (delapan) kelas citra dengan ukuran 160x120 *pixel* dan jumlah citra yang ditampilkan 10, 20, 30.

Gambar 5 menunjukkan grafik nilai *Recall* dan *Precision* dengan rincian hasil analisis sebagai berikut :

- Jumlah data pelatihan 120 (15 x 8)
- Jumlah data uji coba 80 (10 x 8)
- Jumlah citra yang ditampilkan 10, 20 dan 30
- Nilai *precision* tertinggi 0.54 pada jumlah citra yang ditampilkan 10
- Semakin banyak jumlah citra yang ditampilkan maka nilai *precision* semakin kecil.

Tabel 2. Hasil Tingkat Pengenalan dengan Jumlah Citra yang ditampilkan 10

Skema 1					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
10 citra	120 (15 x 8)	80 (10 x 8)	Bangunan	0.24	0.4
			Bw	0.22	0.35
			Dinosaurus	0.54	0.55
			Gajah	0.33	0.35
			Gromong	0.33	0.39
			Kuda	0.39	0.4
			Mawar	0.4	1
			Panda	0.59	0.31
Rata-rata				0.39	0.4
Skema 2					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
10 citra	120 (15 x 8)	44 (8 x 8)	Bangunan	0.24	0.42
			Bw	0.32	0.38
			Dinosaurus	0.38	0.91
			Gajah	0.24	0.44
			Gromong	0.23	0.4
			Kuda	0.41	0.7
			Mawar	0.58	1
			Panda	0.23	0.4
Rata-rata				0.32	0.40
Skema 3					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
10 citra	120 (15 x 8)	48 (4 x 8)	Bangunan	0.24	0.51
			Bw	0.22	0.45
			Dinosaurus	0.49	0.95
			Gajah	0.27	0.53
			Gromong	0.35	0.48
			Kuda	0.39	0.75
			Mawar	0.52	1
			Panda	0.24	0.51
Rata-rata				0.34	0.47
Skema 4					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
10 citra	120 (15 x 8)	32 (4 x 8)	Bangunan	0.22	0.47
			Bw	0.21	0.45
			Dinosaurus	0.47	1
			Gajah	0.24	0.52
			Gromong	0.35	0.75
			Kuda	0.34	0.77
			Mawar	0.47	1
			Panda	0.28	0.4
Rata-rata				0.32	0.49
Skema 5					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
10 citra	120 (15 x 8)	14 (2 x 8)	Bangunan	0.3	0.7
			Bw	0.23	0.5
			Dinosaurus	0.43	1
			Gajah	0.1	0.75
			Gromong	0.1	0.75
			Kuda	0.39	0.9
			Mawar	0.43	1
			Panda	0.22	0.75
Rata-rata				0.28	0.79

Tabel 3. Hasil Tingkat Pengenalan dengan Jumlah Citra yang ditampilkan 20

Skema 6					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
20 citra	120 (15 x 8)	80 (10 x 8)	Bangunan	0.52	0.4
			Bw	0.47	0.34
			Dinosaurus	0.81	0.41
			Gajah	0.38	0.39
			Gromong	0.44	0.35
			Kuda	0.51	0.39
			Mawar	1	0.75
			Panda	0.59	0.45
Rata-rata				0.59	0.45
Skema 7					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
20 citra	120 (15 x 8)	44 (8 x 8)	Bangunan	0.51	0.44
			Bw	0.43	0.49
			Dinosaurus	0.81	0.49
			Gajah	0.38	0.32
			Gromong	0.44	0.4
			Kuda	0.51	0.50
			Mawar	1	0.55
			Panda	0.5	0.44
Rata-rata				0.57	0.51
Skema 8					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
20 citra	120 (15 x 8)	48 (4 x 8)	Bangunan	0.51	0.49
			Bw	0.42	0.4
			Dinosaurus	0.79	0.75
			Gajah	0.33	0.34
			Gromong	0.5	0.48
			Kuda	0.55	0.53
			Mawar	0.94	0.9
			Panda	0.44	0.44
Rata-rata				0.58	0.54
Skema 9					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
20 citra	120 (15 x 8)	32 (4 x 8)	Bangunan	0.44	0.47
			Bw	0.37	0.4
			Dinosaurus	0.87	0.87
			Gajah	0.34	0.38
			Gromong	0.52	0.55
			Kuda	0.59	0.42
			Mawar	0.92	0.97
			Panda	0.55	0.58
Rata-rata				0.57	0.40
Skema 10					
Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
20 citra	120 (15 x 8)	14 (2 x 8)	Bangunan	0.47	0.55
			Bw	0.34	0.4
			Dinosaurus	0.78	0.9
			Gajah	0.41	0.47
			Gromong	0.54	0.45
			Kuda	0.42	0.72
			Mawar	0.84	1
			Panda	0.54	0.45
Rata-rata				0.57	0.44

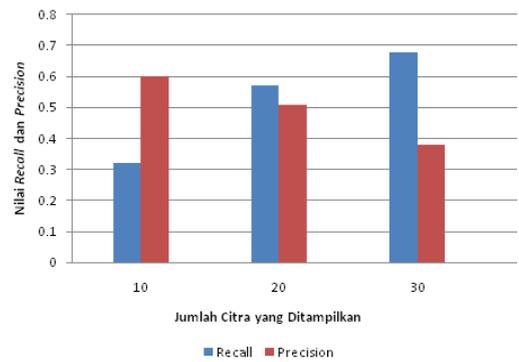
Tabel 4. Hasil Tingkat Pengenalan dengan Jumlah Citra yang ditampilkan 30

Jumlah citra yang ditampilkan	Jumlah data pelatihan	Jumlah data uji coba	Kelas	Nilai	
				Recall	Precision
30 citra	120 (15 x 8)	30 (10 x 3)	Bangunan	0.7	0.55
			Bw	0.43	0.31
			Dinasawu	0.87	0.43
			Gayuh	0.48	0.23
			Gumung	0.41	0.3
			Kula	0.54	0.27
			Mawar	1	0.5
			Panahi	0.7	0.54
			Rata-rata	0.49	0.34
30 citra	134 (17 x 8)	44 (8 x 5)	Bangunan	0.49	0.39
			Bw	0.54	0.32
			Dinasawu	0.87	0.49
			Gayuh	0.43	0.23
			Gumung	0.4	0.34
			Kula	0.55	0.31
			Mawar	1	0.54
			Panahi	0.73	0.41
			Rata-rata	0.48	0.38
30 citra	152 (19 x 8)	48 (6 x 8)	Bangunan	0.49	0.44
			Bw	0.54	0.35
			Dinasawu	0.83	0.52
			Gayuh	0.41	0.24
			Gumung	0.43	0.4
			Kula	0.58	0.34
			Mawar	1	0.43
			Panahi	0.49	0.44
			Rata-rata	0.47	0.42
30 citra	168 (21 x 8)	32 (4 x 8)	Bangunan	0.43	0.44
			Bw	0.5	0.35
			Dinasawu	0.84	0.4
			Gayuh	0.42	0.3
			Gumung	0.42	0.43
			Kula	0.4	0.42
			Mawar	0.98	0.49
			Panahi	0.47	0.47
			Rata-rata	0.44	0.44
30 citra	184 (23 x 8)	14 (2 x 7)	Bangunan	0.54	0.41
			Bw	0.52	0.4
			Dinasawu	0.84	0.44
			Gayuh	0.45	0.32
			Gumung	0.58	0.44
			Kula	0.42	0.5
			Mawar	1	0.74
			Panahi	0.49	0.53
			Rata-rata	0.45	0.5

Gambar 5. Grafik *recall* dan *precision* dengan jumlah data pelatihan 120 (15 x 8) dan data uji coba 80 (10 x 8)

Gambar 6 menunjukkan grafik nilai *Recall* dan *Precision* dengan rincian hasil analisis sebagai berikut :

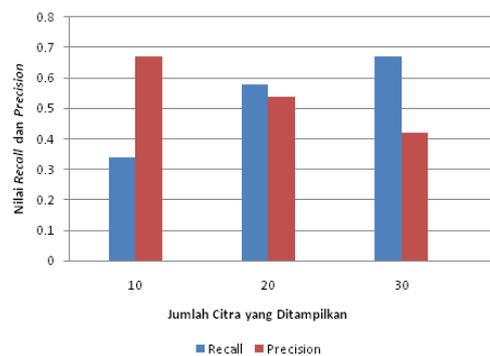
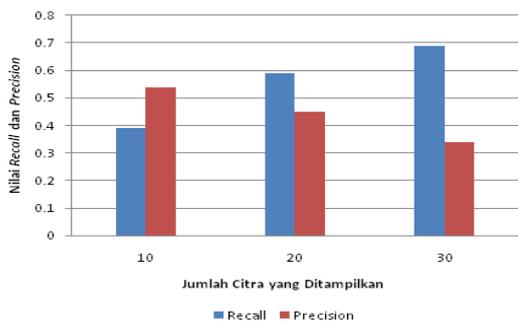
- Jumlah data pelatihan 136 (17 x 8)
- Jumlah data uji coba 64 (8 x 8)
- Jumlah citra yang ditampilkan 10, 20 dan 30
- Nilai *precision* tertinggi 0.6 pada jumlah citra yang ditampilkan 10
- Semakin banyak jumlah citra yang ditampilkan maka nilai *precision* semakin kecil.



Gambar 6. Grafik *recall* dan *precision* dengan jumlah data pelatihan 136 (17 x 8) dan data uji coba 64 (8 x 8)

Gambar 7 menunjukkan grafik nilai *Recall* dan *Precision* dengan rincian hasil analisis sebagai berikut :

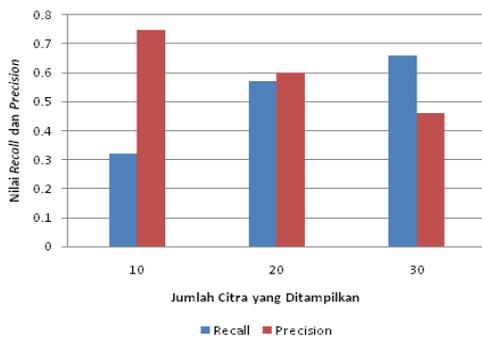
- Jumlah data pelatihan 152 (19 x 8)
- Jumlah data uji coba 48 (6 x 8)
- Jumlah citra yang ditampilkan 10, 20 dan 30
- Nilai *precision* tertinggi 0.67 pada jumlah citra yang ditampilkan 10
- Semakin banyak jumlah citra yang ditampilkan maka nilai *precision* semakin kecil.



Gambar 7. Grafik *recall* dan *precision* dengan jumlah data pelatihan 152 (19 x 8) dan data uji coba 48 (6 x 8)

Gambar 8 menunjukkan grafik nilai *Recall* dan *Precision* dengan rincian hasil analisis sebagai berikut :

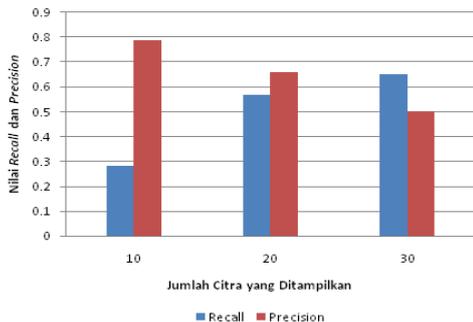
- Jumlah data pelatihan 168 (21 x 8)
- Jumlah data uji coba 32 (4 x 8)
- Jumlah citra yang ditampilkan 10, 20 dan 30
- Nilai *precision* tertinggi 0.69 pada jumlah citra yang ditampilkan 10
- Semakin banyak jumlah citra yang ditampilkan maka nilai *precision* semakin kecil.



Gambar 8. Grafik *recall* dan *precision* dengan jumlah data pelatihan 168 (21 x 8) dan data uji coba 32 (4 x 8)

Gambar 9 menunjukkan grafik nilai *Recall* dan *Precision* dengan rincian hasil analisis sebagai berikut :

- Jumlah data pelatihan 184 (23 x 8)
- Jumlah data uji coba 16 (2 x 8)
- Jumlah citra yang ditampilkan 10, 20 dan 30
- Nilai *precision* tertinggi 0.79 pada jumlah citra yang ditampilkan 10
- Semakin banyak jumlah citra yang ditampilkan maka nilai *precision* semakin kecil.



Gambar 9. Grafik *recall* dan *precision* dengan jumlah data pelatihan 184 (23 x 8) dan data uji coba 16 (2 x 8)

KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan perancangan dan pembuatan sistem pada aplikasi *Sistem Perolehan Citra Berbasis Isi Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix Dan Euclidean Distance* serta melakukan uji coba dan evaluasi, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada sistem pengenalan citra berdasarkan tekstur berbasis *Gray Level Co-occurrence Matrix* dengan nilai *threshold*=0,01 dapat digunakan untuk mengenali citra dengan nilai *precision* terbaik sebesar 79% menggunakan pengukuran nilai kemiripan *Euclidean Distance*.
2. Nilai citra yang ditampilkan sangat berpengaruh saat proses pengenalan citra terhadap *Precision*nya. Jumlah data pelatihan terbaik pada jumlah data pelatihan 184 dan jumlah data ujicoba 16 dengan jumlah citra yang ditampilkan 10.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Isa, S. M. *Aplikasi Image Retrieval Berdasarkan Tekstur dengan Menggunakan Transformasi Haar Wavelet*. Bali. Seminar Nasional Sistem dan Informatika, 2007.
- [2] Bagus, B. *Image database Menggunakan Sistem Content Base Image Retrieval Dengan Ekstraksi Fitur Terstruktur*. (TA) - Teknologi Informasi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya, 2007.
- [3] Ramadijanti, N. *Content Based Image Retrieval Berdasarkan Ciri Tekstur Menggunakan Wavelet*. Yogyakarta. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, 2006.
- [4] Kusumaningsih, I. *Ekstraksi Ciri Warna, Bentuk dan Tekstur untuk Temu Kembali Citra Hewan*. (TA) – Departemen Ilmu Komputer: Institute Pertanian Bogor, 2009.
- [5] Harmoko, A. S. "Ekstraksi Ciri Gray Level Co-occurrence Matrix dan Probabilistic Neural network untuk Pengenalan Cacat Pengelasan "

- [6] Fatta, H. A. *Konversi Format Citra RGB ke Format Grayscale menggunakan Visual Basic*. Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007) ISSN : 1978 – 9777. Yogyakarta, 2007.
- [7] Harjoko, A. Kusri. *Pencarian Citra Visual Berbasis Isi Citra Menggunakan Fitur Warna*. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- [8] Rahman, A. *Sistem Temu-Balik Citra Menggunakan Jarak Histogram Dalam Model Warna YIQ*. Yogyakarta. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, 2009.
- [9] Tuceryan, M. and Jain, A.K.. *Texture Analysis*.
<http://www.cs.iupui.edu/~tuceryan/research/ComputerVision/texture-review.pdf>
- [10] Wibawanto, H. 2008. *Identifikasi Citra Massa Kistik berdasar Fitur Gray Level Co-occurrence Matrix*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi ISSN: 1907-5022.
- [11] <http://wang.ist.psu.edu/docs/docs/related/Image.orig> (diakses tanggal 6 Juni 2010).