

# APLIKASI IMAGE RETRIEVAL MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE COLOR MOMENT DAN GABOR TEXTURE

Arwin Halim<sup>1</sup>, Hardy<sup>2</sup>, Christina Dewi<sup>3</sup>, Sulaiman Angkasa<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Mikroskil

Jl. Thamrin No. 122, 124, 140 Medan 20212

arwin@mikroskil.ac.id<sup>1</sup>, hardy@mikroskil.ac.id<sup>2</sup>,  
soureina\_chrizt@yahoo.com<sup>3</sup>, mr.sulaimanangkasa@gmail.com<sup>4</sup>

## Abstrak

Pencarian gambar menggunakan keyword berupa teks telah dirasakan kurang efektif. Hal ini disebabkan karena adanya batasan kemampuan teks dalam mewakili keseluruhan isi dari gambar, terutama pada basisdata gambar yang besar. Keterbatasan tersebut meliputi penilaian yang subjektif dalam mengartikan gambar dan pemberian nama berkas gambar yang belum tentu dapat mendeskripsikan isi gambar sepenuhnya. Pendekatan lain yang dilakukan dalam pencarian gambar adalah berdasarkan isi dari gambar (*content based image retrieval*). Penelitian ini membangun sebuah aplikasi untuk mencari gambar melalui pendekatan *content based image retrieval* dengan menggunakan kombinasi fitur warna dan tekstur. Fitur warna diperoleh dengan menggunakan algoritma *color moment* berdasarkan distribusi warna, yaitu nilai *mean*, *variance* dan *skewness*. Terdapat dua cara untuk mendapatkan fitur warna yaitu secara global (*whole*) dan berdasarkan *region*. Fitur tekstur diperoleh dengan menggunakan algoritma *Gabor texture*. Fitur warna dan tekstur juga dikombinasikan untuk mengetahui kemampuannya dalam proses pencarian gambar. Proses pengukuran kemiripan gambar dihitung dengan menggunakan *Conberra Distance*. Hasil evaluasi diperoleh dengan membandingkan nilai presisi dan recall pada saat proses pencarian gambar pada dataset. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kombinasi *color moment region* dan *gabor texture* dapat menampilkan hasil pencarian gambar yang lebih relevan yang ditunjukkan dengan nilai presisi dan recall yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi lainnya.

**Kata kunci:** *Image retrieval, Color moment, Gabor Texture.*

## 1. Pendahuluan

Jumlah gambar digital pada media telah berlipat ganda dalam database karena perkembangan teknologi dan informasi. Hal ini mendorong perlunya cara dan alat yang inovatif untuk mengelola dan memperoleh gambar dari database yang berukuran besar dengan cepat dan mudah. Berbagai penelitian yang berkaitan dengan pengolahan citra telah berkembang dengan pesat. Salah satunya adalah area *recognition* yang berkaitan dalam hal pengenalan gambar *digital*. Area ini juga memiliki peranan penting dalam bidang lainnya seperti bidang kesehatan, bidang multimedia, bidang pendidikan, bidang militer.

Pada area *recognition*, teknik pencarian gambar berbasis teks telah dianggap kurang efektif. Setiap adanya modifikasi nama file gambar akan memberikan informasi yang berlainan sehingga akan menampilkan hasil yang ambigu. Selain itu, sulitnya dalam memvisualisasikan atau merepresentasikan isi gambar dengan teks pada basis data yang besar, akibat penilaian yang subjektif dalam mengartikan gambar, maka nama sebuah file belum dapat mendeskripsi isi gambar sepenuhnya. Oleh karena itu, maka dibutuhkan pendekatan lain

dalam pencarian gambar antara lain, yaitu *Content Based Image Retrieval* [1]. Prinsip dasar *Content Based Image Retrieval* adalah mencari gambar yang mirip, berdasarkan fitur yang diekstraksi dari konten sekumpulan gambar yang ada. Fitur adalah karakteristik atau atribut dari sebuah gambar yang dapat membedakannya dari gambar yang lain. Karakteristik dari gambar yang dihasilkan dapat berupa fitur bentuk, warna, tekstur dan lain-lain. Warna merupakan fitur yang paling ekspresif dibandingkan fitur visual lainnya. Warna juga merupakan fitur yang paling banyak digunakan dalam *image retrieval*. Dalam hal komputasi, fitur warna juga lebih mudah diekstraksi. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengekstrak fitur warna adalah dengan menggunakan metode *color moment*. Selain itu, fitur tekstur juga merupakan salah satu komponen yang penting dalam *image retrieval*. Tekstur sebagai fitur yang berisi informasi penting tentang struktur penyusunan permukaan dan hubungannya dengan keadaan di sekitar.

Hasil dari penelitian Singh dan Hemachandran [2] menunjukkan kombinasi metode *Color moment* [3] untuk fitur warna dan *Gabor Filter* [4] untuk fitur tekstur memiliki tingkat akurasi dan presisi yang lebih tinggi serta kesederhanaan komputasi dibandingkan berdasarkan fitur warna saja atau tekstur saja.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1. Fitur Warna

Warna adalah fitur yang penting dan paling kelihatan yang diterima / dirasakan oleh manusia ketika pertama kali melihat sebuah gambar [5]. Adapun sejumlah sistem ruang warna yang dibangun untuk merepresentasikan warna seperti RGB dan HSV. RGB merupakan model warna yang berdasarkan konsep penambahan kuat cahaya primer yaitu Red, Green, dan Blue. Jika dalam suatu ruang gelap total, tidak ada sinyal gelombang cahaya yang diserap oleh mata atau RGB (0,0,0).

*Hue, Saturation, Value* (HSV) merupakan ruang warna dalam bentuk tiga komponen utama yaitu *hue, saturation* dan *value* (atau disebut juga *brightness*). *Hue* adalah sudut dari 0 sampai 360 derajat. Biasanya 0 adalah merah, 60 derajat adalah kuning, 120 derajat adalah hijau, 180 derajat adalah cyan, 240 derajat adalah biru dan 300 adalah magenta. *Hue* menunjukkan jenis warna (seperti merah, biru atau kuning) atau corak warna yaitu tempat warna tersebut ditemukan dalam spektrum. *Saturation* adalah ukuran seberapa besar kemurnian dari warna tersebut. Contoh jika suatu warna merah tanpa putih adalah saturasi penuh. Jika ditambahkan putih ke merah, hasilnya lebih berwarna-warni dan warna bergeser dari merah ke merah muda (pink). *Hue* masih tetap merah tetapi nilai saturasinya berkurang. Saturasi biasanya bernilai 0 sampai 1 (atau 0% sampai 100%) dan menunjukkan nilai keabuan warna dimana 0 menunjukkan abu-abu dan 1 menunjukkan warna primer murni. *Value* atau *intensity* yaitu ukuran seberapa besar kecerahan suatu warna atau seberapa besar cahaya datang dari suatu warna. Nilai *value* dari 0% sampai 100%. Fitur warna merupakan Salah satu fitur yang paling banyak digunakan dalam *retrieval* gambar.

### 2.2. Color Moment

*Color moment* merupakan representasi yang padat dari fitur warna dalam mengkarakterisasikan warna gambar. Perhitungan *moments* digunakan untuk mendapatkan *color similarity* sebuah *image* dimana nilai dari *similarity* tersebut digunakan untuk membandingkan *image* yang terdapat pada *database image*. *Color moments* mengasumsikan distribusi warna dari sebuah *image* sebagai distribusi probabilitas. Metode ini tidak memerlukan kuantisasi pada tahapan pra proses karena hanya menyimpan fitur dominan pada

distribusi warna di dalam *database image*. Ruang warna yang digunakan adalah HSV yang terdiri dari tiga komponen warna (*Hue, Saturation and brightness*), dimana *image* dibagi menjadi 9 *moments* yaitu 3 *moments* untuk masing-masing 3 *color channels* sehingga akan menghasilkan 9 ciri. Kemudian 9 ciri ini dianggap sebagai ciri warna dari sebuah *image*. Persamaan 1, 2 dan 3 menunjukkan cara konversi nilai RGB ke dalam HSV [2]:

$$H = \begin{cases} \text{Tidak terdefinisi} & , \text{ IF } \text{MAX} = \text{MIN} \\ (60^\circ \times \frac{(G-B)}{(\text{MAX}-\text{MIN})} + 0^\circ)/360 & , \text{ IF } \text{Max} = \text{R and } G \geq B \\ (60^\circ \times \frac{(G-B)}{(\text{MAX}-\text{MIN})} + 360^\circ)/360 & , \text{ IF } \text{Max} = \text{R and } G < B \\ (60^\circ \times \frac{(B-R)}{(\text{MAX}-\text{MIN})} + 120^\circ)/360 & , \text{ IF } \text{Max} = \text{G} \\ (60^\circ \times \frac{(R-G)}{(\text{MAX}-\text{MIN})} + 240^\circ)/360 & , \text{ IF } \text{Max} = \text{B} \dots\dots\dots (1) \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 0 & , \text{ IF } \text{Max} = 0 \\ 1 - \frac{\text{MIN}}{\text{MAX}} & , \text{ Otherwise } \dots\dots\dots (2) \end{cases}$$

$$V = \text{MAX}/255 \dots\dots\dots (3)$$

Ketiga *moment* tersebut merepresentasikan penyebaran warna dari sebuah *image*, yaitu: *mean* ( $\mu$ ) mewakili rata-rata warna, *deviation* ( $\sigma$ ) mencitrakan standar deviasi, *skewness* berikutnya ( $\theta$ ) mencitrakan kecondongan dari warna. Ketiga nilai tersebut cukup efektif dalam merepresentasikan penyebaran atau distribusi warna dari sebuah gambar *digital*. Persamaan 4, 5 dan 6 digunakan untuk menghitung tiga *moments* ( $\mu_i, \sigma_i, \theta_i$ ) [2].

$$E_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P_{ij} \dots\dots\dots (4)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (P_{ij} - E_i)^2\right)} \dots\dots\dots (5)$$

$$S = \sqrt[3]{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (P_{ij} - E_i)^3} \dots\dots\dots (6)$$

- Keterangan:
- E = Rata-rata nilai warna dalam gambar (*Mean*)
  - $\sigma$  = Akar pangkat dari varians (*Standar deviasi*)
  - S = Ukuran derajat ketidaksimetrisan (*Skewness*)
  - N = Jumlah total piksel pada gambar.
  - $P_{ij}$  = Nilai dari komponen warna ke-i pada piksel ke-j

**2.3. Fitur tekstur**

Tekstur gambar didefinisikan sebagai gambar dari permukaan bertekstur alami dan pola visual artifisial diciptakan. Ini berisi informasi penting tentang susunan permukaan seperti awan, daun, batu bata, kain, dan lain-lain. Tekstur adalah keteraturan pola-pola tertentu yang

terbentuk dari susunan piksel-piksel dalam gambar. Tekstur (*textures*) menunjukkan sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat tersebut dapat berulang dalam daerah tersebut. Analisis tekstur bekerja dengan mengamati pola nilai tetangga antar piksel dalam domain spasial. Selain itu, tekstur biasanya menggambarkan karakteristik intrinsik dari gambar dengan mengukur nilai kekasaran (*roughness*), granularitas (*granulation*) dan keteraturan (*regularity*) susunan dari struktural piksel. Aspek tekstural dari sebuah gambar dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi gambar.

#### 2.4. Gabor Texture

Fungsi Gabor pertama kali diperkenalkan oleh Denis Gabor sebagai *tool* untuk deteksi sinyal dalam *noise*. Gabor menunjukkan bahwa terdapat prinsip kuantum untuk informasi. Gabungan domain frekuensi dan domain waktu dan frekuensi untuk 1D sinyal harus diperbaiki dengan baik sehingga tidak ada sinyal atau *filter* yang menempatnya kurang dari area minimum tertentu didalamnya. Bagaimanapun ada sebuah pertukaran antara resolusi waktu dan frekuensi. Gabor menemukan bahwa dengan modulasi eksponensial kompleks Gaussian akan menghasilkan pertukaran yang terbaik.

*Filter Gabor* dikonstruksikan dengan memodulasi sebuah gelombang sinus/cosinus dengan sebuah Gaussian, sehingga memberikan lokalisasi gabungan yang optimal dalam ruang dan frekuensi. Modulasi gelombang sinus dengan Gaussian memberikan lokalisasi dalam ruang, namun menghilangkan lokalisasi dalam frekuensi. Dekomposisi dari sebuah signal dilakukan dengan sepasang *filter* Gabor *quadrature*, dengan bagian *real* dispesifikasi oleh sebuah gelombang cosinus yang dimodulasi dengan Gaussian, dan bagian *imaginary* dispesifikasikan oleh sebuah gelombang sinus yang dimodulasi dengan Gaussian. *Filter real* dan *imaginary* dikenal juga dengan komponen *even symmetric* dan *odd symmetric*.

*Filter Gabor* merupakan salah satu *filter* yang mampu mensimulasikan karakteristik sistem visual manusia dalam mengisolasi frekuensi dan orientasi tertentu dari gambar. Karakteristik ini membuat *Filter Gabor* sesuai untuk aplikasi pengenalan tekstur dalam *computer vision*.

Fungsi 2D *Gabor Wavelet* merupakan *filter spasial bandpass* yang optimum meminimalisasi ciri yang tidak penting dalam domain *spasial* dan frekuensi. Fungsi 2D (x dan y) Gabor wavelet dapat dihitung berdasarkan Persamaan 7, 8 dan 9 [6]:

$$\psi_{\text{real}} = a^{-m} \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x'^2}{\sigma_x^2} + \frac{y'^2}{\sigma_y^2}\right)\right) \cos(2\pi Wx') \dots\dots\dots (7)$$

$$\psi_{\text{imj}} = a^{-m} \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x'^2}{\sigma_x^2} + \frac{y'^2}{\sigma_y^2}\right)\right) \sin(2\pi Wx') \dots\dots\dots (8)$$

$$\psi^*_{\text{mn}}(s,t) = \sqrt{\psi_{\text{real}}^2 + \psi_{\text{imj}}^2} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana gambar dapat diolah dalam orientasi dan skala yang berbeda menggunakan Persamaan 10 dan 11 berikut.

$$x' = a^{-m} (x \cos \theta + y \sin \theta) \dots\dots\dots (10)$$

$$y' = a^{-m} (-x \sin \theta + y \cos \theta) \dots\dots\dots (11)$$

Dimana  $m$  adalah representasi dari skala,  $n$  adalah representasi dari orientasi dengan  $a > 1$  dan  $\theta = n\pi/N$ . Variabel di atas dapat ditentukan dari persamaan 12, 13, 14 dan 15.

$$a = \frac{UhM-1}{Ul} \dots\dots\dots (12)$$

$$W_m = a^m Ul \dots\dots\dots (13)$$

$$\sigma_{xm} = \frac{(a+1)\sqrt{2ln2}}{2na^m(a-1)Ul} \dots\dots\dots (14)$$

$$\sigma_{ym} = \frac{1}{2\pi \tan(\frac{\pi}{N}) \sqrt{\frac{Uh^2}{2ln2} - (\frac{1}{2na^m})^2}} \dots\dots\dots (15)$$

**3. Metode Penelitian**

Metodologi penelitian dalam merancang aplikasi *image retrieval* dengan kombinasi metode *Color Moment* dan *Gabor Texture* adalah:

1. Ekstraksi fitur warna (*color moment*):
  - a. Mengambil nilai *pixel* dalam bentuk RGB.
  - b. Mengkonversi nilai RGB ke HSV.
  - c. Jika menghitung *Color Moment Whole*, maka perhitungan moment dilakukan langsung, jika menghitung *Color Moment Region*, maka dilakukan proses pembagian gambar menjadi tiga bagian secara horizontal dengan ukuran yang relatif sama.
  - d. Menghitung *Moment* (mean, standar deviasi dan *skewness*) masing – masing ruang warna (H, S, V) pada setiap warna.
  - e. Perbandingan antar gambar pada *database* dengan *color moment*. Perbandingan gambar dilakukan dengan menghitung jarak *moment* menggunakan metode *Canberra Distance* terhadap fitur yang tersimpan pada *database*.
2. Ekstraksi fitur tekstur (*Gabor Filter*):
  - a. Menghitung nilai *base* (a).
  - b. Menghitung nilai *modulation frequency* (W) dan standar deviasi x dan y.
  - c. Melakukan proses *Gabor scaling* dan *orientation*.
  - d. Men-*generate* kernel.
  - e. Melakukan *discrete gabor* konvolusi.
  - f. Melakukan ekstraksi fitur dengan menghitung nilai mean dan standar deviasi.
  - g. Perbandingan antar gambar pada *database* dengan *Gabor Filter*. Perbandingan dilakukan dengan menghitung jarak *fitur* tekstur menggunakan metode *Canberra Distance*.
3. Perbandingan hasil jarak *fitur*. Bandingkan hasil nilai perbandingan gambar menggunakan kombinasi *Color Moment* dan *Gabor Filter* dengan *weight* = 0.8 untuk *color moment* (*region*) dan *gabor texture* = 0.2.
4. Evaluasi hasil dengan menghitung nilai *precision* dan *recall* dari hasil pencarian gambar. Nilai presisi dan recall dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 16 dan 17.

$$\text{Presisi} = \frac{\text{Jumlah citra relevan yang diterima}}{\text{Total jumlah citra yang diterima}} \dots\dots\dots (16)$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{Jumlah citra relevan yang diterima}}{\text{Total jumlah citra yang relevan}} \dots\dots\dots (17)$$

#### 4. Data Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan dataset standar Wang dengan karakteristik sebagai berikut:

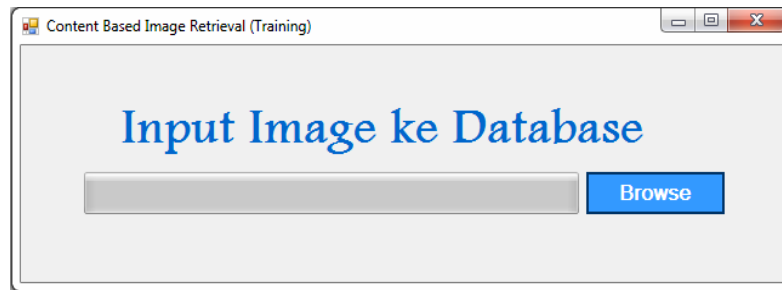
- Data gambar yang diamati berjumlah 100 buah.
- Dataset terdiri dari 10 kategori gambar yaitu *African, Beach, Building, Buses, Dinosaurs, Elephants, Flowers, Horses, Food* dan *Mountain*. Setiap kategori diambil sampel sebanyak 10 gambar.
- Setiap gambar berformat jpg
- Resolusi dari gambar yang dicari dan di-query adalah 384 x 256 piksel dan 256 x 384 piksel

#### 5. Hasil dan Pembahasan

Prosedur kerja dari aplikasi pencarian gambar yang dikembangkan terdiri dari:

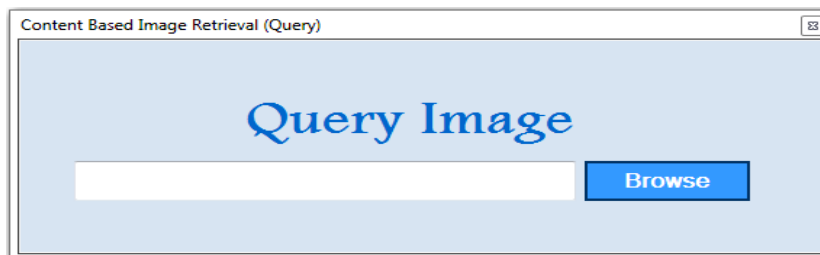
- Proses training. Proses *training* dilakukan dengan tujuan untuk memberikan informasi kepada sistem tentang ciri-ciri gambar.
- Proses testing. Proses *testing* merupakan proses yang bertujuan untuk melakukan pencarian kembali gambar yang mirip atau sama pada database.

Tampilan proses training pada aplikasi pencarian gambar dapat terlihat pada Gambar 1. Administrator aplikasi harus memasukkan informasi lokasi folder tempat dataset training disimpan. Pada eksperimen, jumlah gambar yang terdapat pada database terdiri dari 10 gambar untuk 10 kategori pada database Wang yang dipilih secara acak.



**Gambar 1 Tampilan Aplikasi untuk Proses Training**

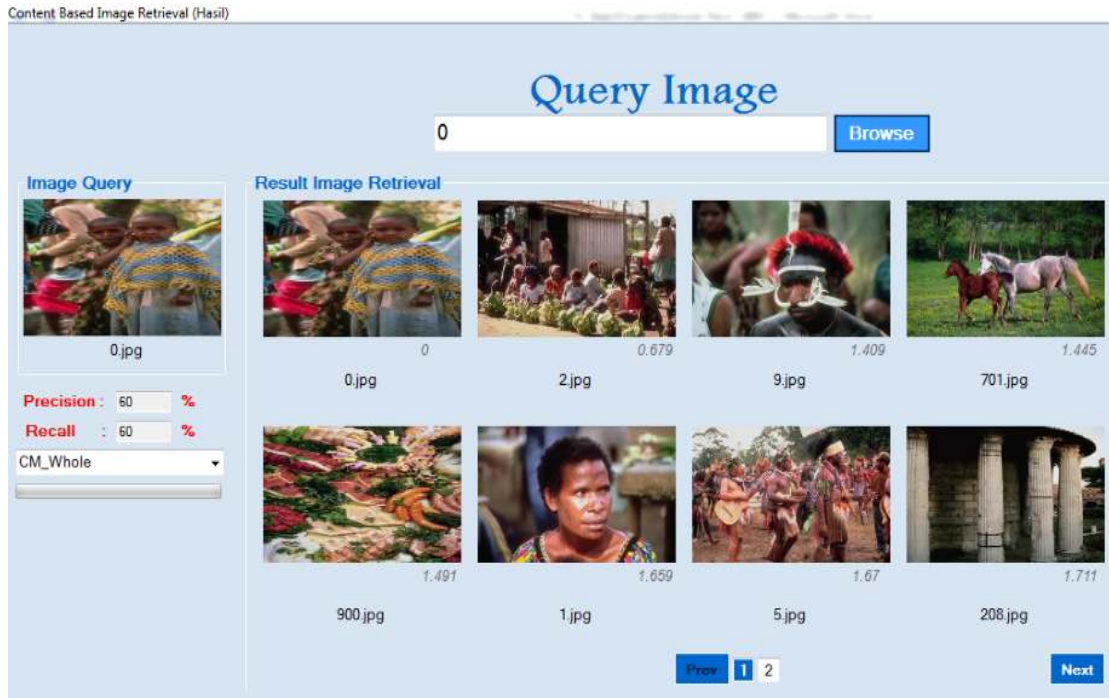
Tampilan proses testing pada aplikasi pencarian gambar dapat terlihat pada Gambar 2. Pengguna dapat mencari gambar yang mirip dengan gambar yang dimasukkan pada database.



**Gambar 2 Tampilan Aplikasi untuk Proses Testing**



Gambar 3 menunjukkan contoh hasil pencarian gambar pada aplikasi yang telah dikembangkan. Aplikasi dapat menampilkan hasil pencarian berdasarkan pilihan algoritma yang digunakan dan dapat dipilih pada sebelah kiri Form Aplikasi. Hasil pencarian ditampilkan dalam bentuk gambar dan disertai dengan derajat kemiripan terhadap gambar yang dimasukkan pengguna. Setiap gambar hasil pencarian dapat di-klik untuk melihat rincian informasi gambar yang dipilih.

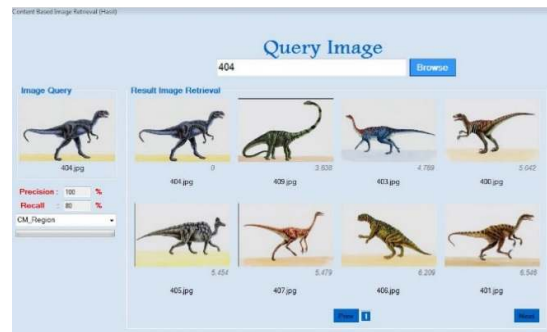


**Gambar 3 Contoh Tampilan Hasil Pencarian Gambar pada Aplikasi**

Selain menampilkan gambar yang relevan, aplikasi juga menghitung nilai presisi dan recall untuk gambar. Perhitungan nilai presisi dan recall dilakukan pada setiap kombinasi algoritma yaitu Color Moment Whole (CMW), Color Moment Region (CMR), Gabor Texture (GTF), CMW + GTF, dan CMR + GTF. Gambar 4 (a)-(e) menunjukkan contoh hasil pencarian gambar dengan kombinasi Color Moment dan Gabor Texture.



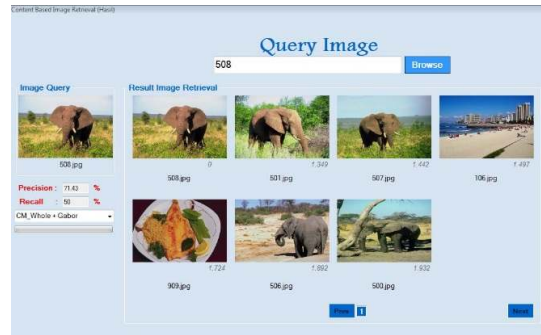
(a) Color Moment Whole



(b) Color Moment Region



(c) Gabor Texture



(d) CMW + GTF



(e) CMR+GTF

**Gambar 4 Contoh Hasil Pencarian Gambar dengan Kombinasi Color Moment dan Gabor Texture**

Proses pencatatan dilakukan untuk setiap percobaan gambar yang terdapat pada dataset, sehingga diperoleh nilai rata-rata presisi per kategori yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 Nilai Rata-rata Presisi Per Kategori pada Dataset**

Kategori	Average Precision				
	GTF	CMW	CMR	CMW+GTF	CMR+GTF
<i>African</i>	20.20	42.83	40.60	39.22	35.46
<i>Beach</i>	29.10	20.96	34.40	27.02	37.46
<i>Building</i>	14.70	22.80	34.80	26.64	32.58
<i>Buses</i>	30.20	57.89	58.50	55.25	56.42
<i>Dinosaurus</i>	100.00	62.97	76.40	96.67	96.52
<i>Elephants</i>	42.60	30.31	42.10	39.51	46.08
<i>Flowers</i>	54.10	40.79	37.90	61.58	47.04
<i>Horses</i>	33.20	38.31	58.30	42.99	55.66
<i>Food</i>	21.50	63.54	67.90	48.60	65.23
<i>Mountain</i>	22.10	46.19	46.40	39.90	45.49
<i>Avg. Precision (%)</i>	<b>36.77</b>	<b>42.66</b>	<b>49.73</b>	<b>47.74</b>	<b>51.79</b>

Berdasarkan Tabel 1, nilai rata-rata presisi paling baik diperoleh dari kombinasi algoritma



Color Moment Region dan Gabor Texture dengan nilai rata-rata presisi sebesar 51.79%. Nilai ini menunjukkan adanya peningkatan nilai presisi jika dibandingkan dengan rata-rata presisi dengan algoritma Color Moment Region saja atau Gabor Texture saja. Hal lain yang dapat ditarik adalah kombinasi Color Moment dan Gabor Texture memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan pencarian tanpa kombinasi. Hal ini terlihat dari rata-rata presisi untuk CMW+GTF dan CMR+GTF yang selalu lebih baik dibandingkan dengan presisi CMW saja, CMR saja dan GTF saja. Tabel 2 menunjukkan rata-rata nilai recall pencarian gambar per kategori pada database Wang.

Tabel 2 Nilai Rata-rata Recall Per Kategori pada Dataset

Kategori	Average Recall				
	GTF	CMW	CMR	CMW+GTF	CMR+GTF
<i>African</i>	34.00	82.00	82.00	74.00	78.00
<i>Beach</i>	20.00	26.00	20.00	30.00	26.00
<i>Building</i>	20.00	42.00	52.00	34.00	50.00
<i>Buses</i>	34.00	52.00	60.00	50.00	62.00
<i>Dinosaurus</i>	90.00	54.00	70.00	88.00	80.00
<i>Elephants</i>	49.00	48.00	44.00	58.00	52.00
<i>Flowers</i>	22.00	20.00	38.00	22.00	30.00
<i>Horses</i>	36.00	44.00	64.00	50.00	60.00
<i>Food</i>	30.00	26.00	26.00	30.00	32.00
<i>Mountain</i>	32.00	32.00	40.00	44.00	46.00
<i>Avg. Recall (%)</i>	<b>36.70</b>	<b>42.60</b>	<b>49.60</b>	<b>48.00</b>	<b>51.60</b>

Berdasarkan Tabel 2, nilai rata-rata recall yang paling baik diperoleh dengan mengkombinasikan algoritma CMR+GTF. Nilai recall ini menunjukkan adanya peningkatan terhadap hasil pencarian gambar yang relevan.

## 6. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah Kombinasi dari algoritma *color moment (region)* dan *gabor texture* mendapatkan hasil pencarian gambar yang lebih baik dibandingkan *color moment (whole)*, *color moment (region)*, *gabor texture* serta kombinasi *color moment (whole)* dan *gabor texture*. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata presisi dan *recall* dari kombinasi *color moment (region)* dan *gabor texture* yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi algoritma yang lain pada eksperimen yaitu 51.79% dan 51.60%.

## Referensi

- [1.] Kato (1992). *Database Architecture for Content Based Image Retrieval*.112, Proc.SPIE 1662.
- [2.] Singh, S. Mangijao dan K. Hemachandran (2012). *Content-Based Image Retrieval using Color Moment and Gabor Texture Feature*. IJCSI, Vol. 9.
- [3.] Stricker dan Orengo (2012). *Similarity of Color images*. SPIE Conference on Storage and Retrieval for Image and Video Database III, volume 2420.
- [4.] Gabor, D (1945). *Theory of Communication*.
- [5.] Putra, Darma (2010). *Pengolahan Citra Digital*, Andi, Yogyakarta.
- [6.] Zhang, Deng Sheng. *Content Based Image Retrieval Using Gabor Texture Features*. Gippsland School of Computing and Information Technology Monash University.