

# Implementasi Kombinasi Feature Extraction untuk Content Based Image Retrieval

Fredy Windana, Moehammad Sarosa, dan Purnomo Budi Santoso

**Abstract** – In this research, the CBIR method used several combination of feature extraction methods, such as a combination between LCH (HSV) and DC Coefficient, a combination between 2<sup>nd</sup> Order Statistic GLCM Sub Block and DC Coefficient, and a combination between LCH (HSV), 2<sup>nd</sup> Order Statistic GLCM Sub Block and DC Coefficient. Sample image experiment test was used from CorelDB dataset.

The result from the research showed performance component value of *Non Interpolating Average Precision* method performed by the combination of LCH (HSV) and DC Coefficient performance rate was about 23%. While the variance of the combination of 2<sup>nd</sup> order statistic GLCM sub block and coefficient DC and the combination of LCH (HSV), 2<sup>nd</sup> order statistic GLCM sub block and coefficient DC showed performance rate was about 12%.

**Keywords** – CBIR, LCH, GLCM, DC Coefficient

**Abstrak**— Kumpulan file citra pada suatu perangkat komputer dapat dicari berdasarkan metadata dari file citra seperti nama file, ukuran, kedalaman pixel, dan format ekstensi. Cara lain yang lebih spesifik berdasarkan ekstraksi ciri citra yakni memakai *Content Based Image Retrieval*. Metode pencarian dari CBIR dapat memakai metode tunggal seperti berdasarkan ekstraksi ciri warna atau tekstur saja maupun kombinasi antara ekstraksi ciri warna dan tesktur.

Dalam penelitian ini aplikasi yang dibuat menggunakan metode kombinasi antara ekstraksi ciri LCH (HSV) dengan koefisien DC, kombinasi antara Statistik Orde 2 GLCM sub block dengan koefisien DC dan kombinasi antara LCH (HSV), Statistik Orde 2 GLCM sub block, dan koefisien DC. Citra sampel uji coba dari dataset CorelDB.

Hasil uji coba pada penelitian ini menunjukkan nilai performa *Non Interpolating Average Precision* metode kombinasi antara LCH (HSV) dengan koefisien DC sekitar 23%. Sedangkan variasi kombinasi lain antara Statistik Orde 2 GLCM sub block dengan koefisien DC dan kombinasi antara LCH (HSV), Statistik Orde 2 GLCM sub block, dengan koefisien DC sekitar 12%.

**Kata Kunci**—CBIR, LCH, GLCM, Koefisien DC

Fredy Windana adalah staf pengajar STT STIKMA Internasional dan mahasiswa Program Magister Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (phone : 085755848156; email: fredywind@gmail.com)

Moehammad Sarosa staf pengajar Politeknik Negeri Malang, Indonesia (phone: 08122440326 ; e-mail: msarosa@gmail.com).

Purnomo Budi Santoso adalah staf pengajar Teknik Industri Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (phone: 081216709809 ; email: pbsabn@ub.ac.id)

## I. PENDAHULUAN

BAGI dunia fotografi kemunculan foto digital menambah produktifitas dalam menghasilkan citra digital dan perlu didukung teknologi media penyimpanan yang semakin besar pula. Para pelaku bisnis, agen, pemerintahan menggunakan cara masing-masing dalam mengorganisasikan data citra digital yang telah disimpan [1]. Namun untuk melakukan proses *retrieval* citra digital pada media penyimpanan tidak semudah mencari file seperti pada umumnya yang memakai atribut *metadata* saja. Hal tersebut dikarenakan hasil *retrieval* yang diinginkan salah satunya cocok atau mirip dengan citra yang diminta.

Ada dua pendekatan *retrieval* dalam proses pencarian suatu citra digital dari media penyimpanan. Pendekatan tersebut yaitu berdasarkan tekstual dan konten citra. Metode tekstual secara umum menggunakan *metadata* berupa suatu kata kunci, tag maupun deskripsi yang sudah terasosiasi dalam file citra. Sedangkan metode berdasarkan konten dikenal sebagai *Content Based Image Retrieval* (CBIR) atau *Query Based Image Content*.

CBIR adalah suatu teknik pemakaian konten citra yang secara umum dikenal sebagai *feature* untuk mencari citra dari basis data citra menurut permintaan pengguna dalam bentuk *query* citra [2]. CBIR terdapat tiga tingkatan pengaplikasian, tingkat pertama merupakan pencarian citra berdasarkan perbandingan fitur *primitive* citra seperti warna, tekstur dan bentuk. *Image retrieval* tingkat kedua adalah pencarian suatu citra yang memiliki konten obyek tertentu sesuai obyek yang diminta. Sedangkan tingkatan ketiga menggunakan *high level reasoning* yakni pencarian citra yang mempunyai obyek dengan kondisi ilustrasi yang lebih spesifik sesuai yang diminta.

Fokus pada penelitian ini menghasilkan aplikasi CBIR berdasarkan *descriptor* dengan pilihan kombinasi diantaranya LCH (HSV) dengan koefisien DC, statistik orde 2 GLCM Sub block dengan koefisien DC, dan kombinasi LCH (HSV), koefisien DC dan statistik orde 2 GLCM sub block yang diharapkan menghasilkan performa yang lebih baik

## II. TINJAUAN PUSTAKA

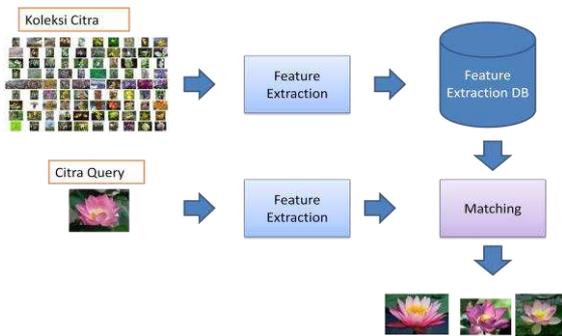
### A. Citra Digital

Menurut [3] Sebuah citra didefinisikan dalam fungsi dua dimensi  $f(x,y)$ . Dimana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat

spasial dan amplitudo dari f pada pasangan koordinat (x,y) yang disebut intensitas atau gray level dari citra pada titik itu. Sebuah citra digital adalah citra f(x,y) yang telah diskrit pada koordinat spasial dan brightness. Suatu citra digital dapat diaproksimasikan dalam dua cara, menurut digitisasi spasial, dan digitisasi amplitudo. Citra digital 24 bit adalah citra memiliki 3 komponen warna yakni Red, Green, dan Blue. masing-masing komponen bernilai antara 0-255. Sedangkan citra 8 bit merupakan citra yang memiliki 1 komponen warna yakni grayscale bernilai antara 0-255.

**B. Image Retrieval**

Image Retrieval System dapat dikategorikan 2 tipe berdasarkan metode pencariannya [4]. Kategori pertama sistem tersebut berdasarkan elemen-elemen berikut seperti ukuran, tipe, waktu dan tanggal saat pengambilan citra, informasi pemilik, kata kunci dan beberapa deskripsi citra berbasis teks. Kategori pertama disebut juga *description based* atau *text based*. Proses pada kategori pertama diketik manual oleh user dan hasil yang didapat bisa dikatakan tidak selesai dan memakan waktu. Sedangkan kategori kedua adalah image retrieval pencocokan kemiripan isi dari visualisasi citra.



Gambar 1 Ilustrasi CBIR

**C. Image Preprocessing**

Pada pengaplikasian pengolahan citra digital proses *image preprocessing* merupakan salah satu urutan proses yang penting untuk dilakukan. *Image preprocessing* diperlukan untuk mempersiapkan input citra untuk proses yang lain [5]. Proses yang lain yang dimaksud adalah metode atau algoritma yang sesuai dengan pengaplikasian bentuk *image processing* yang dibangun. Misalnya pada *Image retrieval* proses *preprocessing* yang ada yaitu *image resampling* atau *scaling*, konversi RGB ke *grayscale*, *noise removal* dan beberapa *filter* yang lain.

**D. Konversi RGB ke HSV**

Konversi warna diperlukan ketika sebuah pengolahan citra memerlukan karakteristik warna tertentu semisal konversi HSV. Langkah-langkah konversi sebagai berikut [6]:

- a. Nilai R, G, B dibagi 255 untuk merubah range 0..255 ke 0..1  
 $R' = R/255$   
 $G' = G/255$   
 $B' = B/255$

- b. Nilai maksimum dan minimum dari ketiga komponen RGB.

$$Cmax = \max(R', G', B')$$

$$Cmin = \min(R', G', B')$$

- c. Hitung nilai delta

$$\Delta = Cmax - Cmin$$

- d. Saturation (S) :

$$S = \begin{cases} 0 & , \Delta = 0 \\ \frac{\Delta}{Cmax} & , \Delta > 0 \end{cases}$$

- e. Value (V) :

$$V = Cmax$$

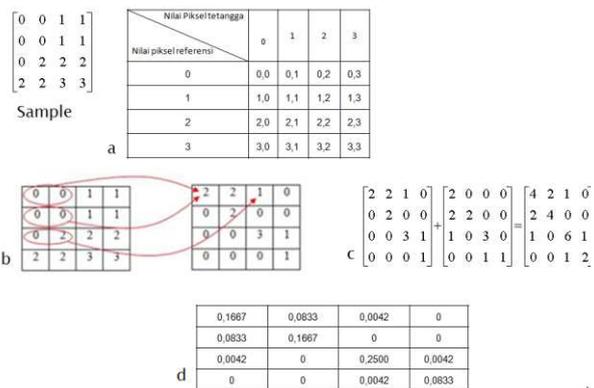
- f. Hue (H) :

$$H = \begin{cases} 60^\circ \times \left( \frac{G'-B'}{\Delta} \bmod 6 \right) & , Cmax = R' \\ 60^\circ \times \left( \frac{B'-R'}{\Delta} + 2 \right) & , Cmax = G' \\ 60^\circ \times \left( \frac{R'-G'}{\Delta} + 4 \right) & , Cmax = B' \end{cases}$$

**E. Ekstraksi Ciri Fitur Warna dengan GCH dan LCH**

Ekstraksi Ciri dari fitur warna menggunakan metode GCH (*Global Color Histogram*) dan *Local Color Histogram* [7]. Histogram warna adalah menghitung distribusi warna piksel suatu citra dari setiap range warna. Perhitungan distribusi warna dapat memakai distribusi normal atau bentuk distribusi yang lain seperti distribusi kumulatif. Konsep GCH menghitung histogram secara utuh suatu citra. Sedangkan LCH terlebih dahulu membagi citra menjadi per blok kemudian dari masing-masing blok tersebut dihitung histogramnya. Komponen bin pada histogram mempunyai peranan penting dalam pembentukan vektor ciri. Salah satunya yang diadopsi dari [8] pada perhitungan LCH untuk domain warna HSV menggunakan bin 8 untuk komponen *hue*, bin 3 untuk komponen *saturation* dan *value*.

**F. Fitur Tekstur dengan Statistik Orde Kedua GLCM**



Gambar 2 Proses GLCM

Menurut [9] dalam statistika menganalisis tesktur dapat dilakukan dengan menghitung berdasarkan statistik orde 1, statistik orde 2 dan statistik high order. Gray Level Coocurence Matrice GLCM merupakan cara untuk mengekstrak ciri tekstur dari citra melalui perhitungan second order statistic. Sebuah citra M x N dengan nilai derajat ke abuan f(i,j) perhitungan GLCM adalah jumlah nilai kemunculan intensits piksel yang bertentangan

berdasarkan jarak  $d$  dan sudut  $\Phi$ . Langkah – langkah dalam perhitungan statistik orde 2 GLCM sub block sebagai berikut :

- Buat area kerja array GLCM ukuran  $N \times N$  sesuai jumlah derajat keabuan
- perhitungan probabilitas kemunculan pixel dengan sudut  $\Phi$  dan jarak  $d$
- Hitung bentuk simetris dari array GCLM
- Normalisasi nilai dari langkah sebelumnya array GLCM dalam bentuk prosentase

Karakteristik tekstur dapat dihitung dari matrik GLCM menggunakan statistik orde kedua sebagai berikut :

- Angular Second Moment

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \quad (1)$$

- Contrast

$$CON = \sum_k k^2 \left[ \sum_i \sum_j p(i, j) \right]_{|i-j|=k} \quad (2)$$

- Correlation

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (ij) \cdot p(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (3)$$

- Variance

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y) p(i, j) \quad (4)$$

- Inverse Different Moment

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \quad (5)$$

- Entropy

$$ENT = - \sum_i \sum_j p(i, j) \cdot \log p(i, j) \quad (6)$$

### G. Fitur Koefisien DC

DCT atau Discrete Cosine Transform seperti Discrete Fourier Transform merupakan salah satu fungsi pengolah sinyal dengan basis cosinus dalam domain discrete [10]. Seperti pada DFT, DCT terdapat operasi Forward Transform dan Inverse Transform. Operasi forward transform adalah operasi mendapatkan nilai perhitungan dari nilai data sample menjadi nilai frekuensi berbasis cosines. Sedangkan operasi inverse transform adalah mengembalikan dari perhitungan forward DCT menjadi nilai semula. Perhitungan DCT dapat dilakukan 1D dan 2D. Tujuan operasi DCT untuk mendapatkan informasi yang signifikan dari suatu citra dalam bentuk koefisien DC. Forward DCT Dapat dihitung dengan secara Separability :

$$D = A \cdot f \cdot A^t$$

Dimana  $f$  : blok  $8 \times 8$  input

$A$  : kernel DCT

$A^t$  : Transpose kernel DCT

$D$  : Hasil *Forward* DCT

Kernel :

$$C(u) = \alpha(u) \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \cos \left[ \frac{\pi(2x+1)u}{2N} \right] \quad (7)$$

Dimana :

$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}} & \text{untuk } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & \text{untuk } u \neq 0 \end{cases} \quad (8)$$

### H. Pencocokan Kemiripan

Pada sistem *image retrieval* pencocokan kemiripan merupakan proses akhir untuk mendapatkan hasil citra yang dicari. Proses tersebut dilakukan perhitungan kemiripan antara *feature vector* citra target (citra kueri) dengan *feature vector* citra yang ada dalam suatu *database*. Perhitungan kemiripan dapat menggunakan *euclidean distance metric* yang dinyatakan sebagai berikut :

$$D(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (9)$$

### I. Evaluasi Sistem

Pengujian sistem *image retrieval* diperlukan pengukuran efektifitas dari sistem. Keefektifan dari sistem dapat diukur dengan suatu parameter yang dinamakan *Recall* dan *Precision*. *Recall* adalah ukuran suatu sistem untuk mampu menemukan semua citra yang relevan. Sedangkan *Precision* adalah ukuran sistem untuk mampu menemukan hanya citra tertentu yang relevan. Bentuk matematis *recall* dan *precision* sebagai berikut :

$$Precision = \frac{\text{jumlah citra relevan yang ditemukan}}{\text{total jumlah citra yang ditemukan}} \quad (10)$$

$$Recall = \frac{\text{jumlah citra relevan yang ditemukan}}{\text{total jumlah citra relevan yang ditemukan pada database citra}} \quad (11)$$

Menurut [11] performa semua objek yang relevan sistem temu kembali dapat diukur dengan *Non Interpolated Average Precision* atau NIAP. Rumus NIAP sebagai berikut :

$$NIAP = \frac{\sum \text{nilai precision tiap citra relevan}}{\sum \text{citra relevan}} \quad (12)$$

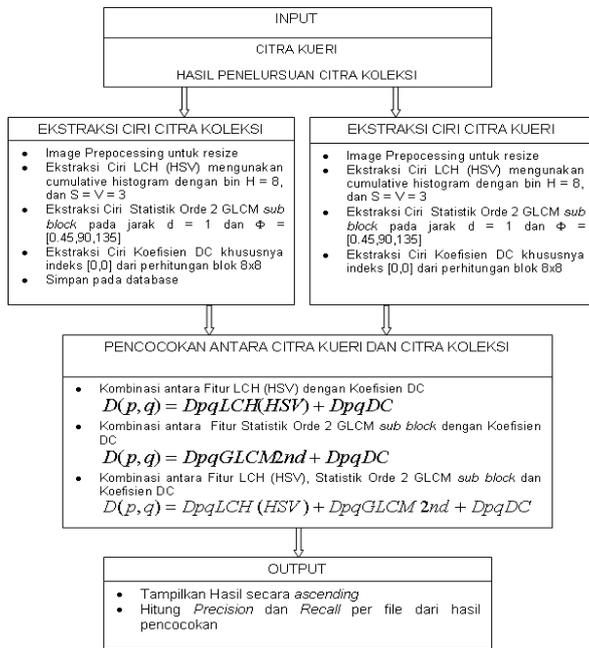
## III. METODOLOGI

Solusi penyelesaian masalah CBIR dilakukan dalam 2 tahap. Pertama Ekstraksi Ciri dan kedua Pencocokan. Tiap berkas citra input dari kueri pengguna maupun untuk koleksi basis data dilakukan penyesuaian dimensi ukuran sekitar  $120 \times 80$  atau  $80 \times 120$ . Kombinasi *descriptor* dilakukan pada saat pencocokan citra.

### A. Model Aplikasi CBIR

Dari Gambar 3 input citra aplikasi CBIR ini berasal dari 2 arah yakni citra kueri dan citra koleksi. Masing-masing input citra diproses ekstraksi ciri untuk 3 vektor ciri. Vektor ciri yang disimpan dalam *database* hanya vektor ciri dari citra koleksi. Pencocokan antara vektor

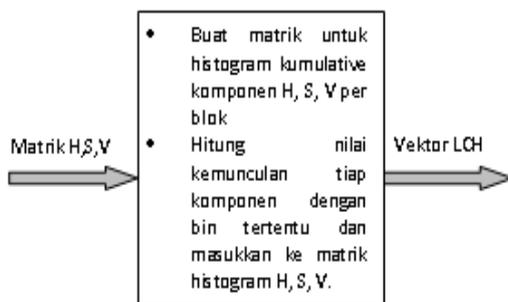
ciri citra kueri dan citra koleksi dilakukan sesuai dengan vektor ciri yang dipakai kombinasinya. Hasil ditampilkan secara *ascending* dan dihitung *precision* dan *recall* pada tiap file hasil pencocokan.



Gambar 3 Model Aplikasi CBIR

**B. Ekstraksi Vektor Ciri LCH warna HSV**

Proses perhitungan Local Color Histogram memanfaatkan warna pada domain HSV untuk dihitung Cumulative Histogram. Histogram yang disusun dalam 8 bins untuk komponen H, sedangkan S dan H dalam 3 bins. Alur proses sebagai berikut :



Gambar 4 Ekstraksi Ciri LCH (HSV)

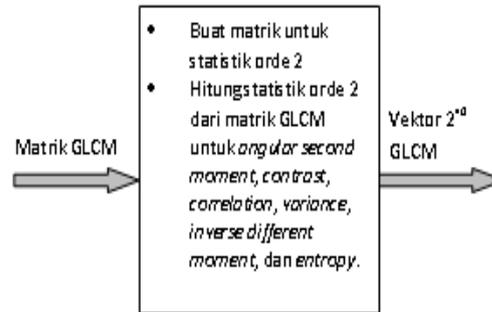
Tipe data bentukan yang disusun untuk vektor ciri LCH (HSV) sebagai berikut :

```
DLCH = record
    H, S, V:OUTPUT_INT_1D;
end;
DMLCH = record
    block6 : array [0..5] of DLCH;
end;
```

**C. Ekstraksi Vektor Ciri Statistik Orde 2 GLCM Sub Block**

Proses perhitungan statistic orde 2 GLCM membutuhkan matrik probabilitas GLCM berdasarkan jarak  $d=1$  dan sudut  $\Phi = [0,45,90,135]$  dari R, B, dan G

atau *grayscale*. Kemudian masing-masing matrik GLCM digitung *angular second moment, contrast, correlation, variance, inverse different moment, dan entropy*. Berikut alur prosesnya :



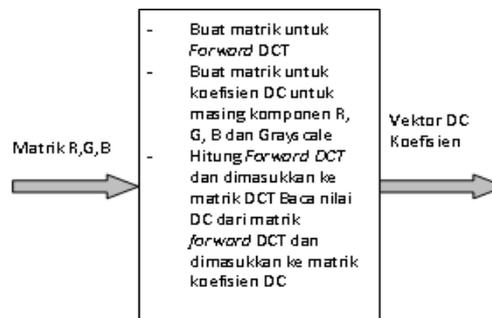
Gambar 5 Alur Ekstraksi Ciri Statistik Orde 2 GLCM Sub Block

Tipe data bentukan yang disusun untuk vektor ciri statistik orde 2 GLCM Sub Block sebagai berikut :

```
SM6 = array [0..5] of real;
DGlcM = record
    data : array [0..5,0..3] of SM6;
end;
RGLCM24 = record
    LR : DGlcM;
    LG : DGlcM;
    LB : DGlcM;
end;
```

**D. Ekstrak Vektor Ciri DC Koefisien**

Proses perhitungan Vektor koefisien DC memerlukan matrik nilai R, B, dan G atau *grayscale*. Kemudian dihitung *forward DCT*. Nilai DC yang diambil adalah nilai pada indeks [0,0]. Berikut alur prosesnya :



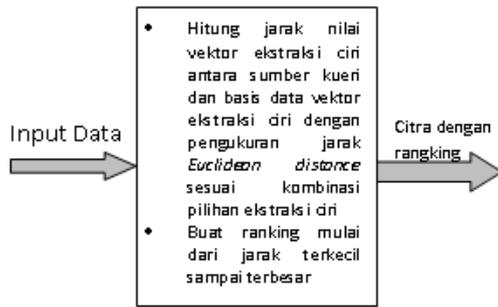
Gambar 6 Alur Ekstraksi Ciri koefisien DC

Tipe data bentukan yang disusun untuk vektor ciri koefisien DC sebagai berikut :

```
DCMeanValue8 = record
    MDC : OUTPUT_DBL_1D;
end;
DCMeanValue24 = record
    MDCR : OUTPUT_DBL_1D;
    MDCG : OUTPUT_DBL_1D;
    MDCB : OUTPUT_DBL_1D;
End;
```

**E. Pencocokan Ciri**

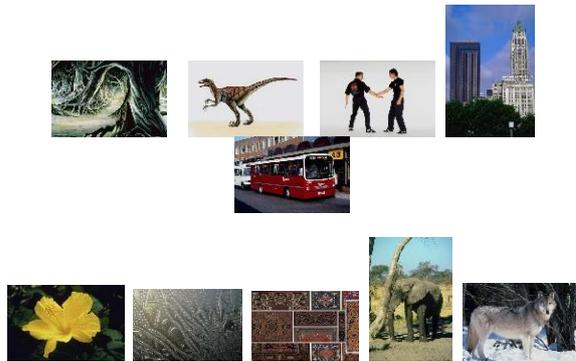
Pencocokan ciri CBIR dilakukan untuk mencari jarak terkecil dari 2 sumber vektor ekstraksi ciri. Alur proses pencocokan sebagai berikut :



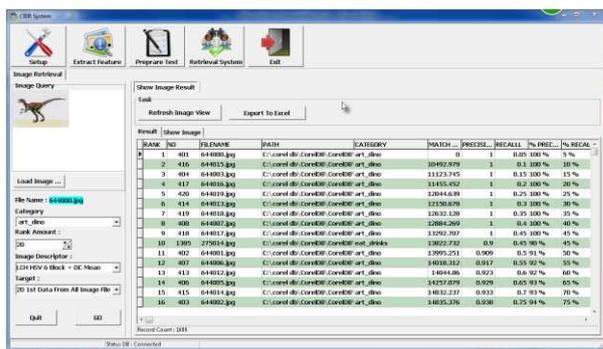
Gambar 7 Alur Pencocokan Ciri

IV. HASIL UJI COBA

Aplikasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman *object pascal*, penyimpanan ekstraksi ciri berbasis SQL dan komponen pendamping seperti *Vampyre Imaging Library*, *BMThread*, dan *JVCL Library*. Citra uji coba menggunakan dataset CorelDB [12] yang mana citra sudah dikelompokkan dalam masing-masing *folder* tersendiri. Berikut beberapa citra uji coba :



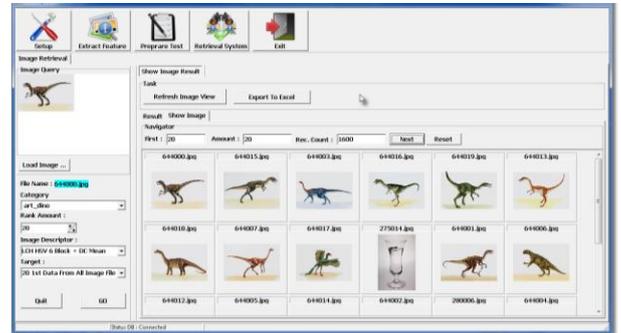
Proses uji coba dibandingkan dengan 20 data posisi rekaman mulai pertama hingga kelima. Tampilan proses *retrieval* aplikasi CBIR diilustrasikan seperti Gambar 9.



Gambar 9 Tampilan Hasil Retrieval

Proses pada Gambar 9 diawali dengan penelusuran berkas citra koleksi kemudian disimpan dalam basis data. Dari basis data berkas citra koleksi tersebut dilakukan ekstraksi ciri. *Folder* pada masing-masing citra koleksi dianggap sebagai kategori dari citra itu sendiri. Kemudian pada proses *retrieval* proses pertama mengekstrak citra kueri kemudian melakukan pencocokan terhadap data ciri citra koleksi dengan *Euclidean Distance* dengan model rumus seperti pada

Gambar 2. Hasil pencocokan ditampilkan beserta nilai *precision* dan *recall* yang dihitung sesuai jumlah ranking data yang diambil kemudian ditampilkan seperti pada Gambar 9. Kemudian dari citra koleksi dari ranking yang dikehendaki ditampilkan seperti pada Gambar 10.



Gambar 10 Tampilan Citra Hasil Pencocokan

A. Hasil relevansi Pencocokan menggunakan kombinasi vektor

Tabel 1 menunjukkan nilai rerata dari tiap kategori yang diuji dengan R untuk citra yang relevan dan TR untuk jumlah citra tidak relevan dari masing-masing kategori yang diuji cobakan.

TABLE I  
JUMLAH RERATA RELEVANSI TIAP METODE KOMBINASI

NO	KATEGORI	LCH DC		GLCM DC		LCH GLCM DC	
		R	TR	R	TR	R	TR
1	art_1	1	19	2	18	2	18
2	art_dino	16	4	8	12	8	12
3	fitness	5	15	3	17	3	17
4	bld_modern	2	18	3	17	4	16
5	obj_bus	1	19	4	16	4	16
6	pl_flower	1	19	2	18	2	18
7	texture_4	5	15	3	17	3	17
8	texture_6	6	14	10	10	10	10
9	wl_elephant	4	16	2	18	2	18
10	wl_wolf	3	17	2	18	2	18
AVERAGE		4.4	15.6	3.9	16.1	4	16

B. Hasil average precision menggunakan 3 kombinasi vektor

Table II menunjukan rerata *Average Precision* untuk tiga metode kombinasi dari masing-masing kategori yang diujikan serta dihitung rata-rata tiap kategorinya pada masing-masing metode kombinasi.

C. Hasil NIAP dari kombinasi vektor

Table III menunjukan rerata NIAP untuk 3 metode kombinasi dari tiap kategori yang diujikan serta dihitung rata-rata tiap kategorinya pada masing-masing metode kombinasi.

TABLE II  
RERATA AVERAGE PRECISION TIAP METODE

NO	KATEGORI	LCH DC AVG PREC	GLCM DC AVG PRECISION	LCH GLCM DC AVG PRECG
1	art_1	1.0	0.9	0.9
2	art_dino	0.9	0.7	0.8
3	texture_4	0.7	0.8	0.7
4	wl_elephant	0.7	0.9	0.9
5	pl_flower	0.9	0.8	0.8
AVERAGE		0.9	0.8	0.8

TABLE III  
RERATA NIAP TIAP METODE

NO	KATEGORI	NIAP LCH DC	NIAP GLCM DC	NIAP LCH GLCM DC
1	art_1	0.05	0.064	0.064
2	art_dino	0.752	0.312	0.314
3	texture_4	0.196	0.086	0.086
4	wl_elephant	0.126	0.096	0.098
5	pl_flower	0.054	0.05	0.06
AVERAGE		0.2356	0.1216	0.1244

## V. ANALISA HASIL UJI COBA

Dari Tabel I diketahui untuk jumlah rata-rata citra relevan (R) dari uji coba menunjukkan nilai yang hampir sama sekitar rata-rata 20% (4 per 20 teratas dikalikan 100) untuk tiap kombinasi metode. Dilihat dari tiap kategori nilai rata-rata citra relevan (R) untuk metode kombinasi antara statistik orde 2 GLCM *sub block* dan koefisien DC, dan kombinasi antara LCH (HSV), statistik orde 2 GLCM *sub block* dan koefisien DC menunjukkan rerata jumlah citra relevan (R) dari tiap kategorinya 9 dari 10 kategori bernilai sama. Sedangkan kombinasi antara LCH (HSV) dan koefisien DC rerata jumlah citra relevan (R) dari tiap kategori menunjukkan 5 kategori lebih besar dari metode kombinasi antara statistik orde 2 GLCM *sub block* dan koefisien DC, dan kombinasi antara LCH (HSV), statistik orde 2 GLCM *sub block* dan koefisien DC. Pada hasil Tabel II rata-rata *average precision* dari tiap kategori diketahui menunjukkan sebagian besar bernilai hampir 1. Sedangkan untuk uji perhitungan rerata NIAP menunjukkan performa metode kombinasi antara LCH (HSV) dan koefisien DC rerata NIAP sekitar 23%, sedangkan metode kombinasi antara statistik orde 2 GLCM *sub block* dan koefisien DC, dan kombinasi antara LCH (HSV), statistik orde 2 GLCM *sub block* dan koefisien DC menunjukkan rerata NIAP sekitar 12%.

## VI. KESIMPULAN

1. Aplikasi CBIR yang telah dibangun menunjukkan tingkat keberhasilan sekitar rerata 20% citra relevan dari serangkaian uji coba untuk semua kombinasi metode.
2. Dari poin 1 jumlah citra relevan pada tiap kombinasi yang diuji cobakan, metode kombinasi antara LCH (HSV) memiliki peluang besar 50% lebih banyak dilihat dari rerata jumlah citra relevan per kategori.
3. Dari uji coba metode kombinasi antara *Local Color Histogram* domain warna HSV dengan koefisien DC menunjukkan 23% lebih unggul dalam perhitungan rerata NIAP dibanding kombinasi antara statistik orde 2 GLCM dengan koefisien DC dan kombinasi antara LCH (HSV), statistik orde 2 GLCM *sub block* dan koefisien DC dimana masing-masing menunjukkan nilai 12%. Pada penelitian berikutnya diharapkan dapat mengimplementasikan kombinasi antara domain warna, tekstur dan bentuk untuk mendapatkan NIAP yang baik.

## REFERENSI

- [1] Ole Andreas Flaaten Jonsgård. *Thesis : Improvements on colour histogram-based CBIR*. Department of Computer Science and Media Technology Gjøvik University College, 2005.
- [2] Ajeesh S. S, Indu M.S. *Feature Extraction Techniques On Cbir-A Review*. International Journal of Computer Engineering and Technology (IJCET), ISSN 0976-6367 (Print), ISSN 0976 – 6375(Online), 2013, Volume 4, Issue 4.
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall, 2002.
- [4] Tinku Acharya, Ajoy K. Ray. *Image Processing Principles and Applications*. A John Wiley & Sons, Mc., Publication, 2005.
- [5] Rinaldi Munir. *Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik*. Penerbit Informatika, 2004.
- [6] RGB to HSV conversion formula. [www.rapidtables.com](http://www.rapidtables.com). Diakses tanggal 23 november 2013.
- [7] Gaurav Jaswal, Amit Kaul, Rajan Parmar, *Content based Image Retrieval using Color Space Approaches*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) Volume-2, Issue-1, October 2012.
- [8] Kavitha, B.Prabhakara Rao, A.Govardhan. *Image Retrieval Based On Color and Texture Features of the Image Sub-blocks*. International Journal of Computer Applications volume 15–No.7, February 2011.
- [9] Fritz Albrechtsen. *Statistical Texture Measures Computed from Gray Level Cooccurrence Matrices*. Image Processing Laboratory Department of Informatics University of Oslo November 5, 2008.
- [10] Vibha Bhandari , Sandeep B.Patil. *CBIR Using DCT for Feature Vector Generation*. International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IIAEM) Volume 1, Issue 2, October 2012.
- [11] Muh. Erwin A.H, Rila Mandala. *Relevance Feedback pada Temu Kembali Informasi Menggunakan Algoritma Genetika*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, Juni 2004
- [12] Daeng Tao Dataset CoreLDB: <https://sites.google.com/site/dctresearch/Home/content-based-image-retrieval>. 2009, Diakses tanggal 8 Oktober 2013.