

SISTEM TEMU BALIK CITRA MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR CITRA DENGAN KLASIFIKASI REGION UNTUK IDENTIFIKASI OBJEK

Phie Chyan¹, Hans Christian Marwi²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Atma Jaya Makassar
Alamat e-mail: Phie_chyan@lecturer.uajm.ac.id¹, Hans_marwi@yahoo.co.id²

ABSTRACT

In this research, the image retrieval system is developed to search for images in the collection of images found on the database based on input (query) in the form of sample images provided by the user. The image is represented as a set of region segmentation results. Users of the system decides the object to be searched on the image and label an example of the region to train the system through a graphical interface. For the image retrieval process that contains a specific object, the user opens the image and choose the region containing the object on the system, then the system will rank all the regions in the collection are indexed query class to the collection in the database in the Euclidean distance (L_2) of the region in user query and displays the results of the corresponding images from the collection on the database, which is the image that has the highest similarity.

Keywords: Content Based Image Retrieval, Fitur Citra, Klasifikasi Region

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode *image retrieval* umumnya dilakukan dengan menggunakan pendekatan pengindeksan dan informasi citra berbasis teks. Pada metode ini, gambar diberi keterangan berupa teks yang berhubungan dengan gambar tersebut. Pemberian keterangan pada gambar tersebut dilakukan secara manual. Proses *image retrieval* berbasis teks ini menjadi tidak efisien karena 2 alasan, yaitu: ukuran basis data gambar yang besar dan penilaian subjektif dalam mengasosiasikan hubungan antara teks dan gambar. Kata kunci yang dikodekan orang adalah terbatas pada beberapa istilah yang dihasilkan untuk masing-masing referensi gambar. Lebih jauh lagi beberapa gambar yang menjadi hasil dari query pengguna mungkin saja akan sangat berbeda dari gambar yang diinginkan [1] Dalam penelitian yang dilakukan penulis sebelumnya dalam skim penelitian dosen pemula tahun pelaksanaan 2013 berjudul “Sistem Temu Balik Citra Berbasis Isi Citra Menggunakan Fitur Warna dan Jarak Histogram” telah dihasilkan luaran berupa sistem aplikasi yang dapat melakukan temu balik citra terhadap koleksi citra yang terhimpun dalam basis data

berdasarkan contoh berkas citra yang diberikan user sebagai masukan (*Query By Example*) [2]. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sistem telah dapat melakukan proses temu balik dengan akurasi yang cukup baik, tetapi untuk menghasilkan suatu sistem yang *reliable*, tingkat akurasi sistem harus lebih ditingkatkan lagi dengan meminimalkan jumlah kesalahan dalam proses temu balik citra. Kelemahan utama dalam sistem yang telah dikembangkan adalah sistem belum mampu mengidentifikasi citra yang sebenarnya berbeda satu sama lain tetapi memiliki distribusi warna yang sama. Hal ini terjadi karena keterbatasan metode yang digunakan sebelumnya yang hanya menghitung kemiripan warna berdasarkan distribusi warnanya dalam citra tanpa mampu membedakan dengan baik jenis objek yang terkandung dalam citra. Untuk mengatasi kelemahan ini diperlukan suatu sistem yang mampu mengintegrasikan kemampuan mengenali dan mengidentifikasi objek dalam citra dengan metode temu balik yang telah digunakan. Pengenalan objek dimungkinkan melalui pemanfaatan skema representasi tertentu dengan melakukan segmentasi objek terhadap keseluruhan citra (Carson et al, 2002). Metode segmentasi *region* meskipun

belum mampu mengekstraksi objek tetapi secara umum dapat digunakan untuk membedakan objek dalam citra alami, dalam hal ini segmentasi citra ke dalam *region* yang koheren dan merepresentasikannya sebagai kumpulan dari *region* merupakan skema representasi yang dapat digunakan. Untuk mewujudkan hal ini diperlukan algoritma sistem pembelajaran mesin yang dapat secara efisien mendiskriminasi objek dalam skema representasi yang digunakan.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang teridentifikasi pada usulan penelitian ini adalah

1. Bagaimana mengembangkan suatu metode temu balik citra yang mampu mengidentifikasi objek dalam region citra untuk mendapatkan suatu sistem temu balik citra yang lebih reliabel.
2. Bagaimana membangun sistem aplikasi yang dapat melakukan proses temu balik citra menggunakan informasi visual berupa ekstraksi ciri pada berkas citra dan mengintegrasikan suatu algoritma pembelajaran mesin yang mampu meningkatkan akurasi hasil temu balik citra.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Citra Digital

Pengertian sederhana dari *image processing* adalah manipulasi dan analisis suatu informasi gambar oleh komputer. Sedangkan yang dimaksud dengan informasi gambar di sini adalah gambar visual dalam dua dimensi. Segala operasi untuk memperbaiki, menganalisis, atau mengubah suatu gambar disebut *image processing*.

Konsep dasar dari sistem dari *image processing* diambil dari kemampuan indera penglihatan manusia yang selanjutnya dihubungkan dengan kemampuan otak manusia. Dalam sejarahnya, *image processing* telah diaplikasikan dalam berbagai bentuk, dengan tingkat kesuksesan yang cukup besar. Seperti berbagai cabang ilmu lainnya, *image processing* menyangkut pula berbagai gabungan cabang-cabang ilmu, seperti optik, elektronik, matematika, fotografi, dan teknologi komputer.

Pada umumnya tujuan dari *image processing* adalah mentransformasikan atau menganalisis suatu gambar sehingga informasi baru tentang gambar dibuat lebih jelas. Ada banyak cara yang dapat diaplikasikan dalam suatu operasi *image processing*, yang sebagian besar dalam bentuk optikal. Berbagai bidang telah banyak menggunakan aplikasi dari *image processing* baik dibidang komersial, industri, dan medis. Bahkan bidang militer telah menggunakan perkembangan dunia digital *image processing* ini. Pada umumnya tujuan dari *image processing* adalah mentransformasikan atau menganalisis suatu gambar sehingga informasi baru tentang gambar dibuat lebih jelas. Ada banyak cara yang dapat diaplikasikan dalam suatu operasi *image processing*.

2.2 Sistem Temu Balik Citra

Sistem Temu-Balik Citra (*Image Retrieval*) pada awal pengembangannya yaitu sekitar akhir 1970-an, masih menggunakan teks untuk menandai atau memberi keterangan (*annotation*) pada citra. Pertama-tama citra diberi keterangan berbentuk teks kemudian untuk melakukan proses temu-balik digunakan DBMS (*Database Management System*) berbasis teks. Pemberian keterangan tersebut memiliki kelemahan yaitu jika koleksi citra memiliki jumlah yang sangat besar, maka menjadi tidak efisien karena proses dilakukan secara manual dan keterangan yang diberikan pada citra bersifat subjektif, sangat tergantung pada persepsi pemberi keterangan. Untuk mengatasi persoalan tersebut maka, pada awal 1990-an mulai dikembangkan CBIR (*Content-Based Image Retrieval*) yang melakukan proses temu-balik berdasarkan muatan *visual* berupa komposisi warna yang dimiliki citra [3]

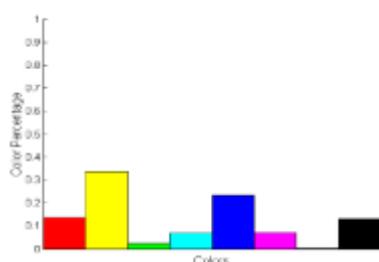
Muatan visual citra dalam basis data diekstrak, kemudian dideskripsikan sebagai vektor ciri (*feature vector*) dan disimpan dalam basis data ciri. Untuk mendapatkan kembali suatu citra, pengguna memberi masukan kepada sistem berupa contoh citra yang akan dicari, proses ini dinamakan QBE (*Query By Example*). Sistem kemudian mengubah contoh citra tersebut ke dalam bentuk vektor ciri dan membandingkan tingkat kemiripannya (*similarity*)

comparison) dengan vektor-vektor ciri dalam basis data ciri.

Dalam proses perbandingan kemiripan digunakan indeks agar pengaksesan vektor ciri dalam basis data lebih efisien. Selanjutnya dilakukan proses temu-balik dan pengurutan citra berdasarkan nilai yang dihasilkan pada proses perbandingan tingkat kemiripan. Sistem temu-balik dewasa ini juga telah melibatkan umpan-balik dari user apakah suatu citra hasil retrieval relevan atau tidak (relevance feedback) yang digunakan sebagai acuan untuk memodifikasi proses temu-balik agar mendapatkan hasil yang lebih akurat [4]

2.3 Histogram Warna

Histogram adalah grafik yang menunjukkan frekuensi kemunculan setiap nilai gradiasi warna. Bila digambarkan pada koordinat kartesian maka sumbu X (absis) menunjukkan tingkat warna dan sumbu Y (ordinat) menunjukkan frekuensi kemunculan warna tersebut pada suatu citra. Histogram warna merupakan fitur warna yang paling banyak digunakan. Histogram warna sangat efektif mengkarakterisasikan distribusi global dari warna dalam sebuah citra digital [5]. Komposisi warna merupakan salah satu fitur yang dapat digunakan dalam sistem temu balik citra. Komposisi warna dapat direpresentasikan dalam bentuk histogram. Histogram warna merepresentasikan distribusi jumlah piksel untuk tiap intensitas warna dalam citra. Untuk mendefinisikan histogram warna, warna di kuantisasi menjadi beberapa level diskrit sesuai dengan model ruang warna yang digunakan misalnya RGB, YIV dan model ruang warna lainnya yang mana setiap ruang warna memiliki karakteristiknya masing masing, kemudian untuk tiap level tersebut hasil kuantisasi warna tadi dihitung jumlah piksel yang nilainya sesuai seperti ditunjukkan Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Histogram Warna

2.4 Menghitung Histogram Warna

Warna yang sering digunakan adalah RGB (Red, Green, Blue). Jika masing-masing warna didiskritkan menjadi m interval maka total jumlah diskritnya adalah m^3 . Dengan histogram dapat dicari citra yang memiliki kemiripan komposisi warna. Pengukuran tingkat kemiripan dilakukan dengan menghitung jarak antar histogram. Jika $G = \{g_1, g_2, g_3, \dots, g_n\}$. dan $H = \{h_1, h_2, \dots, h_n\}$ adalah histogram warna dari dua buah citra, dimana g_i dan h_i adalah jumlah piksel pada level ke i dari kedua histogram dan n adalah jumlah level untuk tiap histogram, maka jarak (d) antara dua histogram dapat dinyatakan dalam jarak Manhattan seperti terlihat pada persamaan 1 berikut :

$$d = \sum_{i=1}^N |g_i - h_i| \quad \dots (1)$$

Langkah-langkah pencarian citra dengan didasarkan pada fitur histogram warna adalah sebagai berikut :

1. Membuat matriks citra
2. Membuat histogram
3. Menghitung jarak histogram
4. Mencari citra dengan jarak histogram terkecil
5. Menampilkan citra dengan jarak histogram terkecil

Citra dengan nilai jarak yang lebih kecil dianggap memiliki tingkat kemiripan komposisi warna yang lebih tinggi atau lebih mirip dibandingkan dengan citra yang memiliki nilai jarak yang lebih besar. Misalnya ada sebuah gambar berukuran 3x3 pixel dengan nilai RGB sebagai berikut:

(1,1,1) (1,2,0) (1,2,0)
 (1,1,0) (2,1,0) (2,3,1)
 (3,2,1) (2,2,1) (2,1,0)

2.5 Menghitung Jarak Histogram

Fitur warna merupakan fitur yang paling banyak digunakan pada sistem image retrieval. Banyak diantaranya menggunakan image color histogram. Histogram warna antara dua buah gambar dapat dihitung jaraknya, dimana gambar yang memiliki jarak paling kecil, merupakan solusinya. Sebagai contoh ada dua gambar dengan

histogram empat warna yang sudah terkuantisasi sebagai berikut :

$$H^A = \{20\%, 30\%, 10\%, 40\%\}$$

$$H^B = \{10\%, 10\%, 50\%, 30\%\}$$

Untuk menghitung jarak histogram antara kedua gambar tersebut dapat digunakan rumus seperti pada persamaan 2.2 berikut :

$$d(A, B) = \sum_{j=1}^n |H_j^A - H_j^B| \quad \dots(2)$$

Jika nilai dua histogram tersebut dimasukkan ke dalam rumus di atas, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} d(A, B) &= |0.2 - 0.1| + |0.3 - 0.1| + |0.1 - 0.5| + \\ &|0.4 - 0.3| \\ &= 0.8 \end{aligned}$$

2.6 Representasi Warna

Pada umumnya, warna dipisahkan menjadikan komponen-komponen, baik komponen warna ataupun komponen kecerahan, penyajian semacam ini disebut komponen warna. Pada komponen warna, tiap komponen dipisahkan dengan model-model tertentu, seperti model RGB, YUV dan YIQ

2.6.1 Model RGB

Red Green Blue (RGB) merupakan warna dasar yang ada pada sistem komputer. Data video dapat dipisahkan menjadi komponen-komponen untuk masing-masing warna, yaitu merah (red), hijau (green) dan biru (blue). Warna tiap piksel ditentukan oleh kombinasi intensitas dari masing-masing komponen warna dan dipetakan dalam bentuk sebuah koordinat

Sebagai contoh, pada RGB 24 bit, masing-masing komponen warna dinyatakan dalam 8 bit atau 256 level. Misalnya, citra dengan 8 bit per piksel mempunyai 256 warna dan citra dengan 24 bit mempunyai 32768 warna, jadi setiap piksel dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Bit 0 sampai dengan 7 untuk warna merah.
2. Bit 7 sampai dengan 15 untuk warna hijau.
3. Bit 16 sampai dengan 24 untuk warna biru.

Kemungkinan kombinasi warna yang ada adalah $= 256^3 + 256^2 + 256^1 = 16.843.008$, dimana nilai 0 menyatakan warna

hitam sedangkan nilai 16.843.008 menyatakan warna putih.

2.6.2 Model YUV

YUV adalah pemisahan komponen kecerahan (luminance) dan komponen warna (chrominance). Pemisahan komponen tidak hanya dilakukan dengan pemisahan warna, namun dapat juga dilakukan dengan memisahkan komponen kecerahan (luminance) dan komponen warna (chrominance). Pada format PAL, sinyal kecerahan dinyatakan dengan Y, sedangkan dua signal warna dinyatakan dengan U dan V. Masing-masing komponen tersebut diperoleh dengan mentransformasikan RGB dengan rumus : $Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$ $U = (B-Y) \times 0,493$ $V = (R-Y) \times 0,877$.

2.6.3 Model YIQ

Model YIQ merupakan salah model warna yang berfokus pada persepsi mata manusia terhadap warna. YIQ merepresentasikan warna dalam tiga komponen, yaitu komponen Y mewakili pencahayaan (luminance), komponen I mewakili corak warna (hue) dan komponen Q mewakili intensitas atau kedalaman warna (saturation) [6]. Model ini merupakan standar warna pada penyiaran TV yang diperkenalkan pertama kali oleh NTSC (*the National Television System Comitee*). Pada siaran televisi tidak dikemas dalam kode RGB waktu dipancarkan melainkan menggunakan model warna lain yaitu YIQ. Hal ini disebabkan karena televisi pada awal perkembangannya hanya mampu menampilkan citra abu-abu. Sehingga ketika peralatan memancar sudah memungkinkan untuk memungkinkan untuk mengirimkan citra berwarna, banyak pesawat televisi yang masih berkemampuan menampilkan citra abu-abu. Agar televisi ini masih bisa digunakan, maka data yang dipancarkan dikemas dalam model YIQ. Sehingga pesawat televisi lama hanya menangkap sinyal Y yang berisi data kecerahan dan langsung menampilkannya pada layar tanpa perlu melakukan proses transformasi, sedangkan pesawat televisi baru dapat menangkap ketiga macam data tersebut dan menampilkan dalam citra berwarna (Ahmad,2005).

Perangkat keras pengolah citra pada umumnya menerapkan model warna RGB dengan pertimbangan kemudahan pada teknis penampilan warna. Konversi warna diperlukan untuk menjembatani perbedaan kedua model warna tersebut agar dapat diproses dan ditampilkan dengan benar. Perhatikan Gambar 2.5 terlihat bahwa warna hitam diwakili oleh koordinat ruang (0,0,0) yang berarti intensitas semua warna pokok adalah nol persen dan warna putih oleh koordinat (1,1,1) yang berarti semua warna pokok berintensitas 100% karena nilai satu adalah maksimum untuk skala yang dinormalkan pada kubus tersebut. Bila semua warna pokok mempunyai intensitas yang sama dan berada diantara 0 dan 1, maka yang tampak adalah warna abu-abu dengan mudah dapat dihasilkan dari citra warna RGB dengan mengambil nilai rata-rata dari ketiga komponen warna pokok merah, hijau, biru (Ahmad, 2005). Karena ketiga warna pokok tadi dianggap tidak seragam dalam hal kemampuan kontribusi pada kecerahan, sehingga masing-masing komponen tersebut diperoleh dengan cara mengkonversikan nilai RGB ke nilai YIQ dengan rumus : $Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$ $I = 0,587R - 0,275G - 0,321B$ $Q = 0,212R - 0,523G - 0,321B$ Citra *query* dan citra dalam basis data di konversi dari model warna RGB ke model warna YIQ adalah untuk mengkonversi citra warna ke dalam bentuk yang lebih sesuai untuk pengolahan citra. Pada setiap komponen YIQ memiliki jangkauan nilai 0-255

2.7 Arsitektur Fuzzy ARTMAP

Adaptive Resonance Theory (ART) pertama kali dicetuskan oleh Stephan Grossberg pada tahun 1976 dan diikuti dengan beberapa turunan dari keluarga arsitektur pembelajaran yang memanfaatkan pendekatan ART (Carpenter, 2002), diantaranya adalah

1. ART 1 untuk clustering terhadap pola input binary tidak tersupervisi
2. ART 2 untuk clustering terhadap pola input analog tersupervisi
3. ARTMAP untuk klasifikasi pola input tersupervisi
4. Fuzzy ARTMAP merupakan generalisasi dari ARTMAP menggunakan set operasi fuzzy

Fuzzy ARTMAP merupakan arsitektur yang cukup populer berasal dari teori ilmu biologi tentang pemrosesan informasi kognitif. Arsitektur ini telah digunakan dalam banyak aplikasi diberagam bidang seperti desain industri dan manufaktur, kendali robotik, pengenalan wajah, penginderaan jarak jauh, diagnosis medis, analisis elektrodigram, verifikasi signature, analisis kimia, dan sebagainya. Aplikasi memanfaatkan kemampuan sistem ART untuk secara cepat belajar mengklasifikasi basis data besar dengan stabil dan untuk menfokuskan perhatian terhadap pengelompokan fitur yang ditemukan dalam setiap class.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan penelitian maka kegiatan penelitian dibagi dalam beberapa tahap yaitu 1) Studi literatur, 2) Pengumpulan data, 3) Perancangan Sistem, 4) Implementasi sistem aplikasi, 5) Analisis sistem dan evaluasi, dan 6) Penyampaian laporan penelitian dan publikasi. Lokasi penelitian akan dilaksanakan pada Laboratorium Komputer Pemrograman dan Simulasi Fakultas Teknologi Informasi Universitas Atma Jaya Makassar.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teoritis dan juga metode analisis terkini agar diperoleh hasil yang sesuai dengan perkembangan dalam bidang ilmu teknologi informasi dan multimedia. Kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini adalah mengumpulkan dan mempelajari artikel, jurnal dan referensi lain nya yang mutakhir berkaitan dengan *image processing* dan metode - metode didalam teknik *Content Based Image Retrieval* (CBIR).

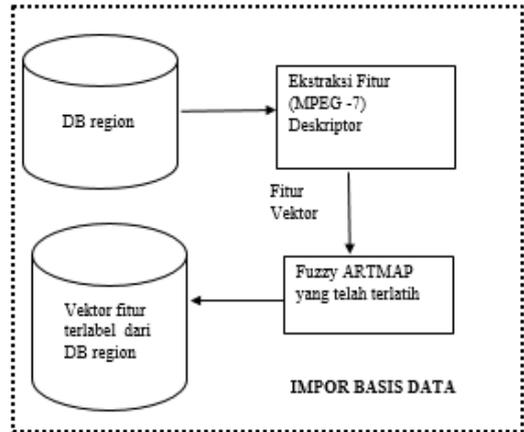
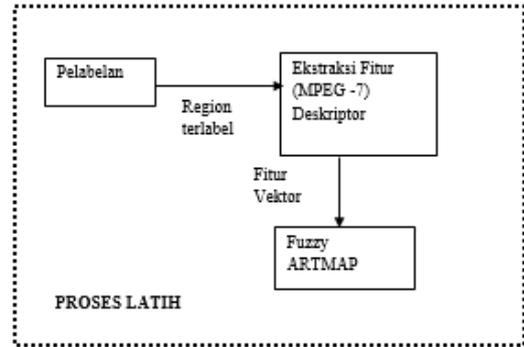
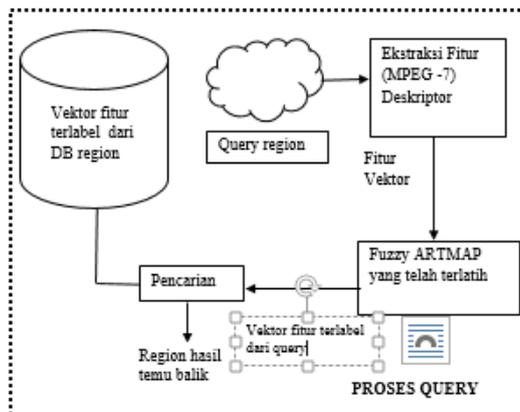
3.2 Pengumpulan Data

Mengumpulkan data yang berkenaan dengan data pendukung dalam proses implementasi aplikasi *image retrieval* yang akan dijalankan. Data yang dikumpulkan mencakup data gambar/citra *random* yang dikumpulkan dari *website* yang memiliki koleksi citra dengan bantuan *search engine* internet dan juga citra yang dikumpulkan langsung melalui hasil *capture* dari kamera

digital. Data citra yang terkumpul akan disimpan dalam basis data sistem untuk nantinya digunakan dalam simulasi proses temu balik citra.

3.3 Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem aplikasi berbasis GUI yang digunakan sebagai *user interface*. Aplikasi sistem temu balik akan bekerja dengan basis data image yang telah di *presegment*, kemudian pengguna dapat melakukan *query* ke basis data dengan contoh / *sample region*. Sistem aplikasi kemudian akan mengklasifikasi basis data *region* terhadap berkas citra query untuk membatasi luas pencarian. Algoritma pembelajaran fuzzy ARTMAP digunakan untuk mengklasifikasi *region* citra. Dalam fase latihan, kelas *sample region* yang didefinisikan pengguna ditentukan secara manual oleh pengguna sendiri dengan menggambarkan area *region* pada berkas citra input dan kemudian vektor fitur dari *region* tersebut akan di umpankan ke fuzzy ARTMAP sebagai vector input. Fuzzy ARTMAP kemudian mempelajari pemetaan antara vektor tersebut dengan binary class yang dikodekan sebagai output vektor, kemudian dalam fase mengimpor basis data, semua *region* dalam basis data diklasifikasikan oleh sistem fuzzy ARTMAP yang telah dilatih. Dalam fase *query*, pengguna memilih suatu *region* dan label terindeks untuk akses cepat, kemudian *region* dengan label yang sesuai diranking dengan jarak L_2 dan ditampilkan ke pengguna. Gambar 3.1 memperlihatkan skema rancangan sistem yang diusulkan.



Gambar 3.1 Skema sistem temu balik

3.4 Analisa Sistem dan Evaluasi

Setelah dilakukan implementasi, pada tahap analisa sistem ini terdapat beberapa hal yang dapat dianalisa berdasarkan hasil dari sistem dan menampilkan kembali kumpulan gambar dalam basis data yang mempunyai kemiripan dengan gambar query untuk mendapatkan penyelesaian terbaik berupa gambar-gambar dengan nilai error terendah. Yang pada akhirnya dapat ditentukan prosentase kemiripan berdasarkan kategorinya

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Sistem

Sistem dirancang untuk mampu mencari citra yang sama atau memiliki kemiripan berdasarkan citra yang diberikan sebagai masukan. Proses temu balik citra didasarkan pada jarak histogram dengan fitur warna YIQ. Dalam proses temu balik citra semua koleksi citra yang tersimpan dalam database akan diekstrak ciri-ciri low level nya kedalam basis data, untuk proses retrieve citra masukan, yaitu citra yang dicari berfungsi

sebagai query yang kemudian akan dibandingkan dengan koleksi citra yang ada dalam basis data. Dalam prosesnya citra masukan akan diekstrak informasi low-level nya untuk didapatkan feature vector yang berguna dalam proses perbandingan kemiripan (similarity comparison) terhadap koleksi citra dalam basis data. Sistem temu-balik ini juga telah melibatkan umpan-balik dari user apakah suatu citra hasil retrieval relevan atau tidak (relevance feedback) yang digunakan sebagai acuan untuk memodifikasi proses temu-balik agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Prosedur dalam melakukan temu balik dilakukan dengan menghitung nilai komponen Red, Green, Blue (RGB) dari piksel citra selanjutnya dilakukan konversi dari RGB ke model warna YIQ, dari hasil kuantisasi nilai YIQ dibentuk histogram citra yang kemudian digunakan dalam perhitungan jarak histogram untuk perbandingan kemiripan antara citra. Untuk proses temu balik citra yang mengandung suatu objek tertentu, pengguna membuka citra dan memilih region yang mengandung objek tersebut pada sistem, kemudian sistem akan meranking semua region dalam kumpulan kelas query yang terindeks pada koleksi di basis data dalam jarak Euclidean (L_2) terhadap region pada query pengguna dan menampilkan hasil citra yang sesuai dari koleksi pada basis data, yaitu citra yang memiliki kemiripan yang paling tinggi.

4.2 Koleksi Basis Data Citra

Dalam penelitian ini digunakan citra yang berasal dari Corel data set yang terdapat dalam cakram padat (CD) dengan kapasitas 100 citra per cakram. Setiap CD mengandung citra yang dikelompokkan menurut aturan semantik atau kriteria visual, seperti koleksi citra hewan seperti gajah, elang, cheetah dan sebagainya. Dalam penelitian ini dibentuk suatu basis data yang terdiri dari 10 kelas citra dengan objek yang beragam seperti macan, cheetah, gajah, beruang (dengan variasi beruang kutub, beruang coklat dan beruang hitam), penguin, pesawat, bunga, kuda zebra dan kuda. Setiap baris dari gambar 3.2 mengandung tiga sampel citra dari satu kelas untuk memberikan menggambarkan ide mengenai jumlah variasi anggota dari sebuah kelas. Basis data

mengandung 938 citra dengan 100 citra dari setiap kelas kecuali kelas zebra yang memiliki 38 citra. Setelah fase import basisdata, jumlah region dalam basis data adalah 6661.

Tabel 4.1 Jumlah Region yang dilabel dari class berbeda pada data latih

Kelas	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5
Macan	5	10	23	33	33
Beruang	5	10	20	30	30
pesawat	5	10	20	30	30
gajah	5	10	21	31	31
penguin	5	10	22	32	32
cheetah	5	10	20	30	30
kuda	5	10	20	30	30
serigala	5	10	20	30	30
zebra	5	10	19	29	30
bunga	5	10	20	30	30
rumpun	5	10	6	16	0
sungai	0	0	6	9	0
langit	5	10	6	15	0
pohon	5	10	6	16	0
salju	5	10	6	16	0
Batu	0	0	6	6	0
Air	5	10	5	12	0
Total	75	150	246	396	306

4.3 Data Latih

5 set latih dengan berbagai ukuran dan region dibentuk untuk mengamati efek dari jumlah data latih. Sekumpulan set tersebut mengandung sampel region terlabeli dari 10 kelas utama dan juga beberapa diantaranya dilabeli background regionnya untuk kelengkapan informasi. Citra dipilih secara acak untuk setiap kelas dan region yang didalamnya dilabeli untuk membentuk tiga set. Set keempat dibentuk dengan cara menggabungkan set kedua dan ketiga dan set kelima dibentuk dengan mengeliminasi region background dari set keempat untuk mengamati efek pada klasifikasi dan temu balik. Jumlah dari sampel yang terlabeli dari setiap class ditampilkan pada tabel 4.1 untuk setiap set

4.4 Percobaan klasifikasi

Untuk memperlihatkan efektifitas dari fuzzy ARTMAP dalam klasifikasi region, beberapa percobaan tahap awal dilakukan. 5 set percobaan dibentuk hanya dari region objek, yaitu dengan mengeliminasi region background dari set data latih.

Selama operasi pelabelan, set data latih dipersiapkan masing-masing contoh untuk setiap kelas. Percobaan awal dilakukan dengan menampilkan pola-pola ke jaringan

dalam urutan aslinya selama pelatihan. Berdasarkan pengamatan jumlah node yang dialokasikan dalam modul kategorisasi ART_a, dari ARTMAP adalah lebih besar dari pada jumlah kelas. Hal ini disebabkan oleh kemampuan mapping dari banyak ke satu (*Many to one*) dari fuzzy ARTMAP. Kelas-kelas seperti “penguin” mempunyai region hitam dan putih dengan fitur vektor yang tidak sama yang direpresentasikan oleh node yang berbeda tetapi di mapping ke kelas yang sama. Serupa dengan kelas “Beruang” mempunyai tipe hitam, coklat, dan putih (beruang kutub) dengan label yang sama. Jumlah node yang dialokasikan meningkat dengan jumlah pola dalam set data latih untuk menangkap variasi dalam kelas yang tidak jelas seperti contoh diatas.

Hasil unjuk kerja dengan berbagai kombinasi dari data latih dan set percobaan ditampilkan pada tabel 4.2. Tabel 4.2 memperlihatkan suatu peningkatan yang diharapkan dalam unjuk kerja pengklasifikasian dengan jumlah pola latih yang bertambah. Pengguna dari sistem temu balik diharapkan untuk melabeli jumlah eksemplar dengan jumlah yang cukup dari kelas yang mereka gunakan untuk melakukan query. Unjuk kerja cukup memuaskan untuk set 3 dan set 4. Jadi dari tabel 4.1, dapat dilihat bahwa 15 sampai 30 region harus dilabeli untuk setiap kelas.

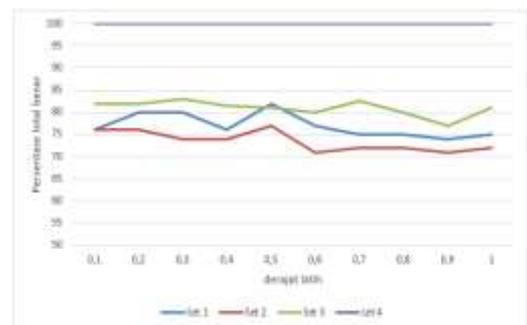
Biasanya terdapat lebih dari 1 region yang berasal dari sebuah objek dalam citra. Ini berarti bahwa 10-15 citra harus dipilih dan dilabeli dari setiap kelas menggunakan antarmuka sistem. Begitu juga dapat diamati dari tabel 4.4 bahwa klasifikasi unjuk kerja untuk set 4 dan set 5 hampir identik, mengingat bahwa set 5 dibentuk dari set 4 yang telah dieliminasi background regionnya.

Gambar 4.1 adalah plot dari persentase hasil total benar pada jaringan dengan derajat recoding yang beragam menggunakan set 4 dan gambar 4.2 menunjukkan jumlah node yang dibentuk dalam ART_a setelah latihan. Dapat diamati bahwa walau uji unjuk kerja tetap sama, jumlah node yang terbentuk dalam ART_a meningkat dengan berkurangnya tingkat recoding. Hal ini diperkirakan karena tingkat recoding yang rendah menyebabkan template diupdate dengan sangat lambat. Selain parameter yang sudah disebutkan

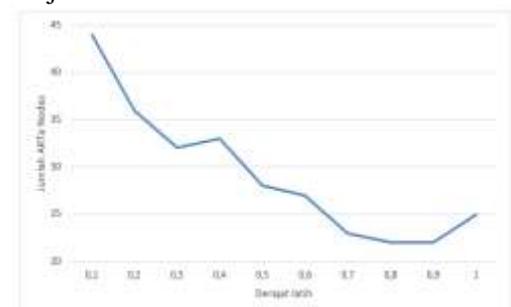
tidak ada lagi parameter lain dari fuzzy ARTMAP yang perlu diset sebelum pelatihan, akan tetapi telah umum diketahui bahwa fuzzy ARTMAP sensitif terhadap urutan dari presentasi pola selama sesi latihan. Kluster yang berbeda dibentuk dengan pola input yang berbeda selama latihan

Tabel 4.2 Uji unjuk kerja berbagai kombinasi data latih

Training set	Test set	Total Benar	Total Salah
Set 1	Set 1 test	30 (100%)	0 (0%)
	Set 2 test	36 (56%)	44 (44%)
	Set 3 test	91 (44,39%)	114 (55,61%)
	Set 4 test	143 (46,73%)	165 (53,27%)
Set 2	Set 1 test	41 (82%)	9 (18%)
	Set 2 test	100 (100%)	0 (0%)
	Set 3 test	109 (53,17%)	96 (46,83%)
	Set 4 test	176 (57,52%)	130 (42,48%)
Set 3	Set 1 test	29 (58%)	21 (42%)
	Set 2 test	32 (52%)	48 (48%)
	Set 3 test	203 (100%)	0 (0%)
	Set 4 test	216 (70,39%)	90 (29,41%)
Set 4	Set 1 test	40 (80%)	10 (20%)
	Set 2 test	77 (77%)	23 (23%)
	Set 3 test	170 (82,93%)	33 (17,07%)
	Set 4 test	306 (100,00%)	0 (0%)
Set 5	Set 1 test	40 (80%)	10 (20%)
	Set 2 test	78 (78%)	22 (22%)
	Set 3 test	171 (83,41%)	34 (16,59%)



Gambar 4.1 Efek derajat latih pada unjuk kerja



Gambar 4.2 Efek derajat latih terhadap jumlah node yang terbentuk dalam ART

4.5 Pembahasan

Untuk melihat unjuk kerja query dari sistem sebuah algoritma digunakan pada setiap class. Algoritma ini mencari rata-rata penarikan dan presisi untuk setiap class dengan melakukan query otomatis semua region dari setiap citra dalam class. Penarikan dan presisi dari sebuah citra diatur kedalam nilai dari salah satu region yang memberi nilai penarikan dan presisi yang terbaik. Karena salah satu dari region tersebut dipastikan menjadi milik objek dalam class, maka diasumsikan bahwa tidak ada region yang lain dapat memberikan nilai penarikan dan presisi untuk class tersebut dengan lebih baik. Tujuan dari hal tersebut adalah jika seorang pengguna menjalankan query dengan citra ini maka ia akan memilih satu region objek tertentu dan mendapatkan presisi dan nilai penarikan dengan metode otomatis ini. Dalam hal ini, kesulitan dalam mempersiapkan query secara manual untuk setiap kelas citra dapat dihindari. Algoritma ini awalnya menemukan set region yang diassign ke class ini menggunakan file indeks dari class. Kumpulan ini digunakan untuk melakukan query dan ruang pencarian dipersempit bergantung dari ukuran set untuk setiap class

Algoritma untuk menemukan nilai rerata penarikan dan presisi untuk kelas yang diberikan

T= Jumlah total citra yang relevan dari class dalam basisdata

M= batas kecocokan

Find SLR **where** SLR = set region yang terlabeli dengan label dari class ini

For each citra I dari class

For each region r of i

For each region rr in SLR

Find jarak euclidean antara r dan rr

Sort SLR menurut nilai jarak

Ambil 1 region per citra dan temukan list citra tersortir LSI

Correct = citra relevan dari class ini di citra teratas m dalam LSI

Recall_region = correct / t

Precision_region = correct/m

Recall_image = nilai terbaik dari semua recall_region

Precision_image = nilai terbaik dari semua precision_region

Recall_class = rata-rata nilai semua recall_image

precision_class = rata-rata nilai semua precision_image

Untuk menentukan keefektifan sistem, suatu nilai dasar dibutuhkan untuk perbandingan. Nilai dasar diperoleh dengan mengquery basis data tanpa menggunakan klasifikasi. Metode otomatis seperti algoritma diatas digunakan untuk menemukan jarak euclidean dari setiap region dalam basisdata ke semua region lainnya. Metode ini feasible dalam percobaan ini karena basis data yang digunakan tidak terlalu besar (6661) region. Akan tetapi kompleksitas adalah $O(n^2)$ dimana n adalah jumlah region dalam basis data dan seiring dengan basisdata berkembang maka metode ini akan kehilangan feasibilitasnya. Sistem yang dikembangkan mengurangi ukuran dari ruang pencarian dengan melabeli region dalam basisdata. Ini tidak hanya mempercepat proses query tetapi memungkinkan agar basis data besar dapat dicari secara lebih efektif. Tabel 4.3 menunjukkan waktu CPU yang digunakan setiap sesi query, dimana peningkatan kecepatan secara jelas dapat diamati

Tabel 4.3 waktu cpu dalam satuan detik untuk setiap sesi query

Class	base	Set 3	Set 4	Set 5
Macam	215.87	32.11	12.44	12.98
Beruang	207.24	4.91	9.42	45.95
Pesawat	143.3	24.27	29.9	31.66
Gajah	211.7	8.48	7.23	5.47
Penguin	190.94	48.75	11.32	21.27
Cheetah	193.99	11.72	11.86	12.53
Kuda	205.95	11.33	33.03	22.22
Serigala	205.05	8.49	5.83	5.31
Zebra	67.63	2.24	2.4	4.22
Bunga	220.61	26.81	16.01	18.09

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Sistem Temu Balik Citra Menggunakan Ekstraksi Fitur Citra Dengan Klasifikasi Region Untuk Identifikasi Objek, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem temu balik citra yang dihasilkan dapat digunakan untuk mencari gambar yang disegmentasi kedalam region yang memiliki kemiripan dalam hal corak dan distribusi warna dalam sebuah database
2. Sistem temu balik citra dengan mengintegrasikan modul Fuzzy ARTMAP mempunyai kapabilitas

belajar untuk mengklasifikasi basisdata secara terstruktur tanpa kehilangan pengetahuan sebelumnya sehingga memungkinkan sistem dapat menerapkan relevance feedback kepada pengguna

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sardar, M. and Basuli, K, 2008, Content – Based Image Retrieval System, Department of Computer Science and Engineering, University of Calcutta, 92, A. P. C. Road, Kolkata – 700 009, India
- [2] Chyan,P and Sumarta, SC, 2013, Sistem temu balik citra berbasis isi citra menggunakan fitur warna dan jarak histogram , Jurnal Ilmiah Tematika Vol 1 No 2 2013 hal 31-39
- [3] Rahman, Arif. 2009. Sistem temu balik citra menggunakan jarak histogram. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2009, hal : I 58-61
- [4] Long, L., Thoma, G., Antani, S., 2003, A prototype content-based image retrieval system for spine X-rays, CBMS'03 Proceeding of the 16th IEEE conference on computer-based medical systems page:156-162
- [5] Iswahyudi, C., 2010 Prototype Aplikasi Untuk Mengukur Kematangan Buah Apel Berdasarkan Kemiripan Warna, Jurnal Teknologi Vol 3 No 2 2010, hal: 15-29
- [6] Kusrini, Harjoko, A., 2009, Pencarian Citra Visual Berbasis Isi Citra Menggunakan Fitur Warna Citra, Jurnal Ilmiah DASi Vol 9 No 2 2008, hal: 90 – 106