

REPRESENTASI KUERI SPASIAL WARNA DENGAN LOGIKA FUZZY PADA SISTEM PEROLEHAN CITRA

Maria Susan Anggreainy

Dosen Tetap Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen S. Parman No 1, Blok R Lantai XI, Grogol, 11440, Jakarta Barat, Indonesia
E-mail: susan230479@yahoo.com

ABSTRAK

Sistem perolehan citra merupakan bidang penelitian yang berkembang pesat seiring dengan semakin banyaknya jumlah koleksi citra. Zoran telah mengembangkan sistem perolehan citra dengan menggunakan atribut tingkat rendah yaitu spasial warna. Namun pada sistem tersebut masih ditemukan satu kekurangan yaitu pendekatan yang digunakan adalah *crisp*, dengan pendekatan ini ada citra-citra yang relevan tetapi citra tersebut tidak diperoleh yang seharusnya dapat diperoleh. Pada paper ini diusulkan logika fuzzy sebagai pendekatan untuk merepresentasikan spasial warna pada sistem perolehan citra. Fungsi keanggotaan fuzzy yang diusulkan untuk memodelkan spasial warna adalah gaussian dua dimensi (2D). Percobaan dilakukan dengan 760 data citra dengan domain menggunakan basis data lukisan dengan kategori abstrak. Hasil uji coba memperlihatkan bahwa sistem ini berhasil memperbaiki pendekatan sebelumnya dalam merepresentasikan kueri spasial warna. Sistem ini dapat memberikan kueri yang lebih alami kepada pengguna.

Kata Kunci: sistem perolehan citra, spasial warna, fuzzy, gaussian dua dimensi (2D).

1. PENDAHULUAN

Sistem perolehan citra merupakan bidang penelitian yang berkembang pesat seiring dengan semakin banyaknya jumlah koleksi citra [1,2]. Sistem perolehan citra (*image retrieval system*) merupakan sistem yang mampu melakukan pencarian citra dari suatu basis data citra. Untuk mempermudah pencarian citra dalam basis data penggunaan teknik pengindeksan dan pencarian citra yang tepat menjadi sangat penting [1,2]. Dalam pengindeksan pemberian kata kunci untuk suatu data citra tidak cukup merepresentasikan isi dari suatu citra [2, 4, 5]. Oleh karena itu, telah diusulkan representasi dominan data citra sebagai dasar untuk memperoleh data citra sesuai dengan permintaan [2, 3, 4, 5]. Atribut tingkat rendah dari sistem perolehan citra adalah atribut visual seperti warna, spasial warna, bentuk dan tekstur [1]. Di antara atribut visual tersebut, warna merupakan atribut yang paling dominan dan memiliki ke-khasan ketika digunakan pada suatu aplikasi. Untuk mengetahui suatu warna maka diperlukan pengetahuan tentang spasial warna.

Zoran [1] telah mengembangkan sistem perolehan citra dengan atribut tingkat rendah yaitu dengan spasial warna. Zoran mendefinisikan spasial warna yaitu : tengah, pinggir, tepi, sudut, seperempat, diagonal dan lajur.

Namun pendekatan yang diusulkan oleh Zoran dalam sistem perolehan citra, mempunyai satu kekurangan yaitu pendekatan yang digunakan adalah *crisp*, dengan pendekatan ini ada citra-citra yang relevan tetapi citra tersebut tidak diperoleh padahal seharusnya dapat diperoleh. Oleh karena itu pada paper ini diusulkan pendekatan logika fuzzy untuk merepresentasikan dua puluh dua spasial

warna Zoran. Dengan logika fuzzy citra-citra yang relevan tersebut dapat diperoleh. Sehingga hal ini dapat memberikan kesempatan kepada pemakai untuk memilih citra-citra yang paling diinginkan.

Bab 2, akan dijelaskan tentang logika fuzzy dan spasial Zoran. Rancangan dari sistem akan dijelaskan pada Bab 3. Pada Bab 4, akan dijelaskan hasil percobaan dan evaluasi dan Bab 5 adalah kesimpulan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output [7]. Contoh :

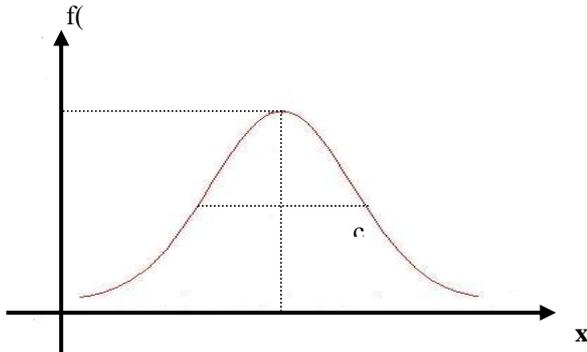
- Manager pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
 - Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu memberikan tip sesuai baik tidaknya pelayanan yang diberikan.
 - Seseorang mengatakan udara di ruangan agak sedikit panas, maka orang yang berada di dekat jendela akan membuka jendela sesuai dengan keinginan.
- Antara input dan output terdapat satu kotak hitam yang harus memetakan input ke output yang sesuai.

Derajat keanggotaan $\mu_A(x)$ memetakan sebuah atribut atau objek x bilangan rasional positif pada interval $[0, 1]$. Oleh karena karakteristik pemetaannya mirip dengan fungsi, maka disebut fungsi keanggotaan.

Fungsi distribusi Gaussian digunakan untuk mendapatkan fungsi keanggotaan dalam kelompok himpunan data. Bentuk fungsi distribusi Gaussian adalah [9]:

$$f(x) = a e^{-(x-b)^2/2c^2} \quad (1)$$

dimana : $a > 0$, b , dan c konstan,
 a adalah tinggi puncak kurva,
 b adalah nilai absis pada puncak kurva,
dan c adalah lebar kurva.

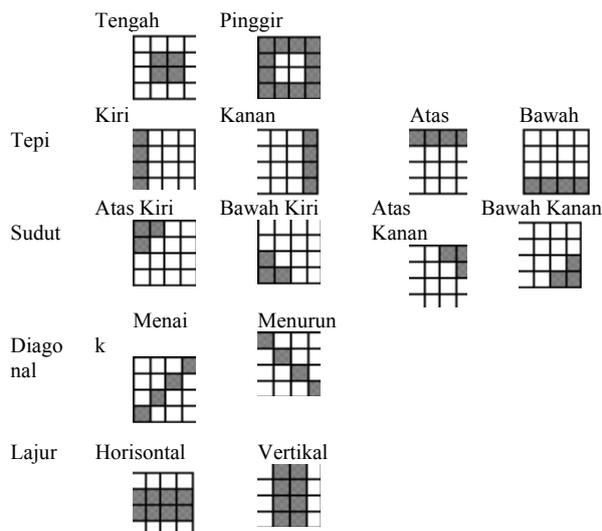


Gambar 1. Fungsi Gaussian

2.2 Spasial Zoran

Pendekatan yang digunakan pada Zoran adalah *crisp*, dengan nilai 0 atau 1, dimana 0 menunjukkan ketidakmiripan dan 1 menunjukkan kemiripan [1]. Citra dibagi menjadi 4 x 4 grid, contoh spasial warna untuk :

- Tengah membutuhkan grid [1,1],[1,2] [2,1],[2,2].
- Atas Kiri membutuhkan grid [0,0],[1,0] [0,1],[1,1]
- Tepi Bawah membutuhkan grid [0,3] [1,3],[2,3],[3,3].

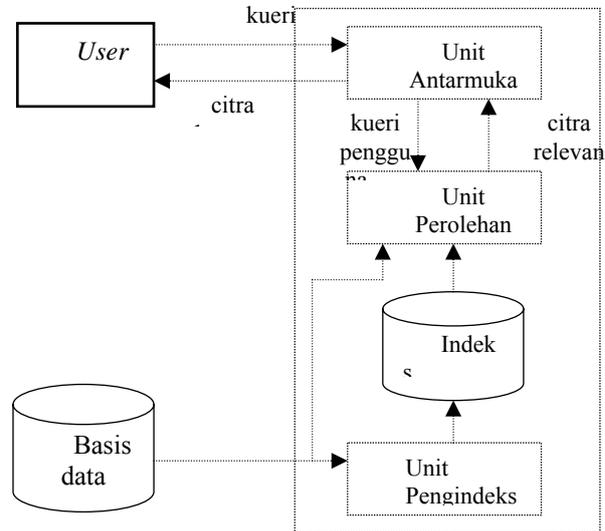


Gambar 2. Spasial Warna Zoran

2.3 Rancangan

2.3.1 Rancangan Sistem

Sistem terdiri dari tiga subsistem, yaitu Unit Antarmuka, Unit Perolehan dan Unit Pengindeks [1].



Gambar 3. Arsitektur Sistem

2.3.1.1 Unit Antarmuka

Unit Antarmuka adalah subsistem yang bertanggung jawab menerima kueri dari pengguna dan meneruskannya kepada subsistem Unit Perolehan. Unit Perolehan juga bertanggung jawab menampilkan hasil pencarian yang dikirimkan oleh Unit Perolehan. Subsistem ini melakukan perangkingan citra relevan hasil pencarian sebelum ditampilkan untuk pengguna.

2.3.1.2 Unit Pengindeks

Unit Pengindeks adalah subsistem yang bertanggung jawab untuk melakukan pengindeksan citra-citra pada Basisdata Citra dan menyimpan hasil pengindeksan pada Indeks Citra. Adapun langkah-langkah pengindeksan citra adalah sebagai berikut :

- Langkah 1: Properti spasial warna dan warna diekstrak.
- Langkah 2: Karena (x,y) berada di rentang $(-5,5)$ maka piksel di citra di transformasikan ke rentang tersebut.

$$x = x / \text{lebar citra} \times 10^{-5} \quad (2)$$

$$y = y / \text{tinggi citra} \times 10^{-5} \quad (3)$$

Contoh : Citra dengan ukuran 1000x500 maka

- o piksel (0,0) ditransformasikan ke (-5,5)
- o piksel (500,250) ditransformasikan ke (0,0)
- o piksel (250,250) ditransformasikan ke (2.5, 0)

Buat array 2D yang menyimpan ketinggian dari kurva pada (x,y) yang sudah ditransformasikan.

Contoh :

$$Z[0,0] = f(-5,5), Z[500,250] = f(0,0), Z[250,250] = f(2.5, 0)$$

- Langkah 3 : Cari nilai ketinggian kurva yaitu z atau $f(x,y)$ yang dirumuskan dalam fuzzy spasial warna. Rumus fuzzy spasial warna dijelaskan pada bagian 4.2.
- Langkah 4 : Hitung nilai hue untuk semua piksel pada citra. Nilai hue akan dipetakan ke dalam fungsi keanggotaan fuzzy untuk mengetahui warna pada tiap piksel. Diperoleh nilai hue fuzzifikasi warna antara 0 dan 1.
- Langkah 5 : Hitung bobot. Bobot diperoleh dengan mengalikan nilai fuzzifikasi warna dengan ketinggian kurva.
- Langkah 6 : Cari total bobot yang paling tinggi.
- Langkah 7 : Urutkan citra berdasarkan yang paling relevan yaitu berdasarkan persentase yang paling tinggi. Penghitungan presentase adalah sbb :

$$\text{Persentase} = \frac{\text{bobotwarna}}{\sum f(x, y)} \times 100, \quad (4)$$

2.3.1.3 Unit Perolehan

Unit Perolehan adalah subsistem yang bertanggung jawab untuk mencari citra-citra yang sesuai dengan kueri yang dimasukkan oleh pengguna. Subsistem ini bekerja dengan menggunakan informasi dari Indeks Citra untuk menentukan citra-citra yang sesuai dengan kueri. Informasi himpunan warna dominan pada spasial warna pada Indeks Citra diproses sedemikian rupa sehingga didapatkan citra-citra yang memenuhi kueri. Unit Perolehan akan mengirim citra hasil pencarian ke Unit Antarmuka, yang selanjutnya menampilkannya secara terurut berdasarkan citra yang paling relevan

2.3.2 Rancangan Fuzzifikasi Spasial Warna

2.3.2.1 Tengah

Fuzzifikasi untuk tengah adalah sbb :

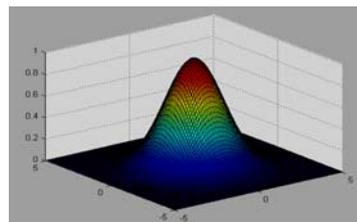
$$f(x, y) = A \exp(-(a(x - x_0)^2 + b(x - x_0)(y - y_0) + c(y - y_0)^2)), \quad (5)$$

$$a = \left(\frac{\cos\theta}{\sigma_x} \right)^2 + \left(\frac{\sin\theta}{\sigma_y} \right)^2, \quad (6)$$

$$b = -\frac{\sin 2\theta}{\sigma_x^2} + \frac{\sin 2\theta}{\sigma_y^2}, \quad (7)$$

$$c = \left(\frac{\sin\theta}{\sigma_x} \right)^2 + \left(\frac{\cos\theta}{\sigma_y} \right)^2, \quad (8)$$

dimana koefisien A yaitu amplitudo $A = 1$, $\theta = 0$, $x_0 = 0$, $y_0 = 0$ dan nilai sebaran x dan y dari gumpalan yaitu $\sigma_x = 2$, $\sigma_y = 2$.



Gambar 4. Fuzzifikasi Spasial Tengah

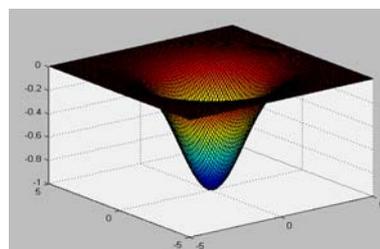
2.3.2.2. Pinggir

Fuzzifikasi untuk pinggir adalah sbb :

$$f(x, y) = -(A \exp(-(a(x - x_0)^2 + b(x - x_0)(y - y_0) + c(y - y_0)^2))), \quad (9)$$

$$f(x, y) = f(x, y) + 1. \quad (10)$$

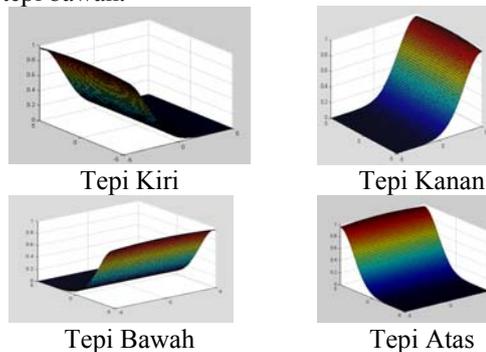
Untuk koefisien A yaitu amplitudo $A = 1$, $\theta = 0$, $x_0 = 0$, $y_0 = 0$ dan nilai sebaran x dan y dari gumpalan yaitu $\sigma_x = 2$, $\sigma_y = 2$.



Gambar 5. Fuzzifikasi Spasial Pinggir

2.3.2.3 Tepi

Tepi terdiri dari tepi kiri, tepi kanan, tepi atas dan tepi bawah.

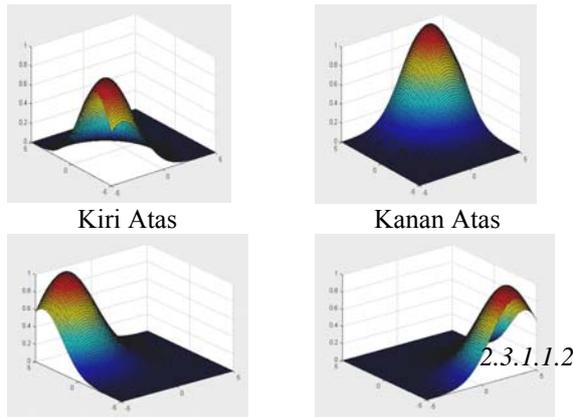


Gambar 6. Fuzzifikasi Spasial Tepi

2.3.2.4 Sudut

Sudut terdiri dari kiri atas, kanan atas, kiri bawah dan kanan bawah. Untuk koefisien A yaitu amplitudo = 1, nilai $\theta = 0$, sebaran x dan y dari gumpalan yaitu $\sigma_x, \sigma_y = 3$. Untuk nilai x_0, y_0 , nilai adalah :

- Pada fuzzifikasi kiri atas, nilai $x_0 = -4$, $y_0 = -3$
- Pada fuzzifikasi kanan atas, nilai $x_0 = 3$, $y_0 = 4$
- Pada fuzzifikasi kiri bawah, nilai $x_0 = -3$, $y_0 = 4$
- Pada fuzzifikasi kanan bawah, nilai $x_0 = 3$, $y_0 = -4$



Kiri Atas

Kanan Atas

Kiri Bawah

Kanan Bawah

Gambar 7. Fuzzifikasi Spasial Sudut

2.3.2.5 Diagonal

Diagonal terdiri dari diagonal menaik serong ke kanan dan menurun serong ke kanan.

- Untuk koefisien A yaitu amplitudo $A = 1$, $x_0 = 0$, $y_0 = 0$, nilai sebaran x dan y dari gumpalan yaitu $\sigma_x = 1$ dan $\sigma_y = 25$ dan nilai $\theta = \pi / 4 * 3$.
- Untuk koefisien A yaitu amplitudo $A = 1$, $x_0 = 0$, $y_0 = 0$, nilai sebaran x dan y dari gumpalan yaitu $\sigma_x = 1$ dan $\sigma_y = 25$ dan nilai $\theta = \pi / 4 * 1$.



Naik Ke Kanan

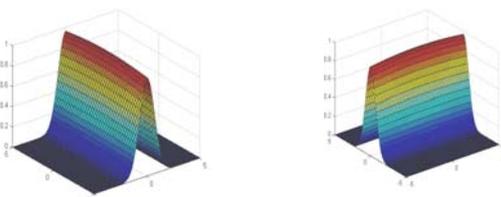
Turun Ke Kanan

Gambar 8. Fuzzifikasi Spasial Diagonal

2.3.2.6 Lajur

Lajur terdiri dari lajur vertikal dan lajur horizontal. Untuk koefisien A yaitu amplitudo = 1, nilai $\theta = 0$, Untuk nilai x_0, y_0 , nilai sebaran x dan y dari gumpalan yaitu σ_x, σ_y adalah :

- Pada fuzzifikasi lajur vertikal, $\sigma_x = 25$ dan $\sigma_y = 1$.
- Pada fuzzifikasi lajur horisontal, $\sigma_x = 1$ dan $\sigma_y = 25$.



Vertikal

Horisontal

Gambar 9. Fuzzifikasi Spasial Lajur

2.4. Rancangan Warna

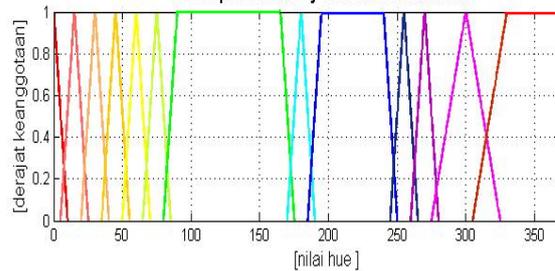
Warna yang digunakan pada sistem ini adalah color model HSV ditunjukkan pada gambar 12 [2].



Gambar 10. Hue HSV

2.3.1.1.1

Fuzzifikasi warna HSV ditunjukkan pada gambar 13 [2].



Gambar 11. Fuzzifikasi Warna

3. UJICOBA

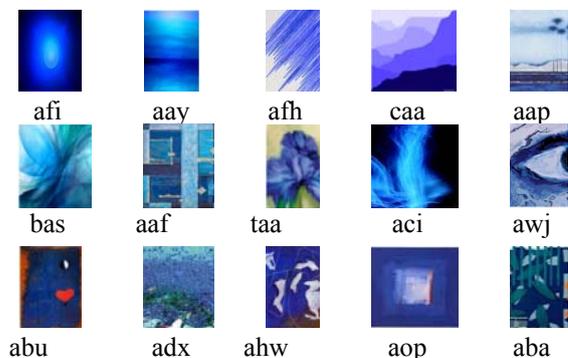
Subsistem Unit Pengindeks pada sistem perolehan citra ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan lingkungan pengembangan (IDE) adalah Microsoft Visual C++ 2005. Pada paper ini, sebagai data uji coba dipilih citra lukisan dengan kategori lukisan abstrak diambil dari koleksi citra digital situs web "Art" (<http://www.art.com>). Jumlah citra yang diambil dari situs web tersebut adalah sebanyak 760 buah citra.

Kueri spasial warna pada citra bersifat subjektif tergantung kepada manusia yang melihatnya. Oleh karena itu diberikan kuesioner kepada beberapa orang untuk memutuskan apakah suatu citra relevan atau tidak dengan kueri. Informasi ini kemudian akan digunakan untuk mengevaluasi sistem perolehan citra yang telah dikembangkan. Peserta kuesioner adalah 20 mahasiswa, peserta kuisoner memasukkan kueri citra yang sudah ditentukan ke dalam sistem. Sistem akan menampilkan hasil perolehan citra kemudian peserta kuisoner mengindikasikan citra-citra relevan dari hasil perolehan citra.

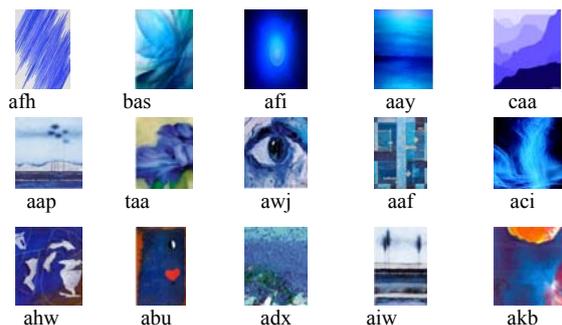
Contoh :

1) Hasil Uji Coba Spasial Tengah

Kueri yang digunakan untuk tengah pada kuisoner adalah : cari citra yang tengahnya berwarna biru. Dengan metode spasial Zoran [1] diperoleh 152 citra, sedangkan dengan metode fuzzy diperoleh 146 citra.



Gambar 12. Hasil Perolehan 15 Citra Teratas Dengan Metode Spasial [1].



Gambar 13. Hasil Perolehan 15 Citra Teratas Dengan Metode Fuzzy.

2) Hasil Uji Coba Spasial Pinggir.

Kueri yang digunakan untuk pinggir pada kuisoner adalah: cari citra yang pinggirnya berwarna jingga. Dengan metode spasial Zoran [1] diperoleh 96 citra, sedangkan dengan metode fuzzy diperoleh 99 citra.



Gambar 14. Hasil Perolehan 12 Citra Teratas Dengan Metode Spasial [1].



Gambar 15. Hasil Perolehan 12 Citra Teratas Dengan Metode fuzzy.

4. EVALUASI

Total keseluruhan perbandingan antara metode Spasial Zoran dengan metode Fuzzy adalah 56,79% dan 57,64%. Perbandingan antara pendekatan yang diusulkan Zoran dengan pendekatan yang diusulkan memperlihatkan bahwa hasil dengan metode Fuzzy lebih baik dibanding dengan metode spasial Zoran. Walaupun kenaikannya hanya 0,94%. Namun penelitian ini berhasil memperbaiki pendekatan Zoran. Tabel 1 memperlihatkan hasil perbandingan

rata-rata *precision* [1] dengan [usulan] dan hasil perolehan citra relevan [1] dengan [usulan].

Tabel 1. Perbandingan Rata-Rata *Precision* dan Perolehan Citra Relevan.

Spasial Warna	Rata-rata <i>Precision</i> [1]	Rata-rata <i>Precision</i> [Usulan]	Jumlah Citra Relevan [1]	Jumlah Citra Relevan [Usulan]
Tengah	60%	52%	24	31
Pinggir	42.6%	45.8%	28	29
Tepi Kiri	73%	71.47%	12	12
Tepi Kanan	75%	74%	64	64
Tepi Atas	41%	42%	5	6
Tepi Bawah	68%	66%	7	8
Kiri Atas	72%	66%	9	9
Kiri Bawah	73%	71.47%	12	12
Kanan Atas	60%	60%	5	9
Kanan Bawah	88.48%	88.15%	44	46
Horison tal	38%	41%	39	39
Vertika l	50%	58%	89	94
Naik ke Kanan	43%	40%	4	8
Turun Ke kana	32%	34%	14	22

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Pada spasial Zoran, hanya menghitung nilai hue warna pada piksel yang berada di daerah tertentu (sesuai spasial warna yang dimasukkan pengguna), sehingga ada citra-citra relevan yang tidak diperoleh yang seharusnya dapat diperoleh. Sedangkan dengan logika fuzzy nilai hue pada semua piksel dihitung maka semua citra-citra yang relevan tersebut dapat diperoleh.
- Pendekatan yang diusulkan pada penelitian ini berhasil mengungguli pendekatan sebelumnya dalam menentukan kueri spasial warna.
- Pendekatan yang diusulkan juga membuktikan bahwa penggunaan teori fuzzy dalam merepresentasikan kueri spasial warna yang bersifat subjektif sudah tepat.

PUSTAKA

[1] Steji'c, Zoran et al., "Integrated Retrieval of Images and Text: Image Indexing Using Sensitivity Expressions", The 37th Seminar on Intelligent Control (SIC2000-1), pp. 15-18, September 2000.

- [2] Alfina Ika, “Sistem Temu Kembali Citra Untuk Representasi Sensasi Berbasis Teori Fuzzy”, Fasilkom UI, Tesis, 2007.
- [3] Fuhui Long, Hongjiang Zhang, David Dagan Feng, “*Fundamentals of Content-Based Image Retrieval*”.
- [4] Yong Rui, Thomas S. Huang, dan Shih-Fu Chang, “*Image Retrieval : Past, Present, and Future*”, *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Vol. 10, 1999, 1-3
- [5] Konar, Amit, *Computational Intelligence, Principles, Techniques and Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.
- [6] Dhaval Mehta, “*A Rule-based Approach to Image Retrieval*”, *TENCON 2003. Conference on Convergent Technologies for Asia-Pacific Region*, Vol. 2, No. 7993325, 2003, 1 – 5
- [7] Younes, Amine et al., “*Color Image Profiling Using Fuzzy Sets*”, *Turk J Elec Engin*, Vol. 13, No. 3, 2005.
- [8] Maftukhah Tatik, Widyanto Rahmat, “*Content Based Image Retrieval Employing Sensation Expression Using Fuzzy Similarity Measure*”, *International Conference on Instrumentation, Communication and Information Technology (ICICI) 2007. Proc.*, August 8 – 9, 2007, Bandung, Indonesia.
- [9] Swain, Michael J. and Dana H. Ballard, “*Color Indexing*”, *International Journal of Computer Vision*, 7:1, 11-32, 1991.
- [10] Grossman, A. David, Frieder Ophir, *Information Retrieval, Algorithms and Heuristics*, Springer-Second Edition, 2004.
- [11] Richardo Baeza - Yates, Berthier Ribeiro - Neto , *Modern Information Retrieval*, Addison Wesley, 1999.
- [12] Swain, Michael J. and Dana H. Ballard, “*Color Indexing*”, *International Journal of Computer Vision*, 7:1, 11-32, 1991.
- [13] Hearn, Donald and M. Pauline Baker, *Computer Graphics with OpenGL 3rd edition*, Pearson Prentice Hall, 2004.
- [14] Yang, Changbo, et al., “*Learning the Semantics in Image Retrieval - A Natural Language Processing Approach*” , *Proceeding of the 2004 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop (CVPRW'04) Volume 9* p. 137, 2004.
- [15] Smith, Jhon R., “*Image Retrieval Evaluation*”, *IEEE Workshop on Content-based Access of Image and Video Libraries (CBAIVL-98)*, June '98.