

# REPRESENTASI KUERI SPASIAL WARNA DENGAN LOGIKA FUZZY PADA SISTEM PEROLEHAN CITRA

M. Rahmat Widyanto<sup>1</sup> Maria Susan Anggreainy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok, Jawa Barat, 16424

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Informatika, Universitas Krisnadwipayana  
Pondok Gede, Jakarta Timur  
Email: susan230479@yahoo.com

## ABSTRACT

*Image acquisition system is a field of research that flourished along with the growing number of number of is a collection of images. Zoran has developed an image acquisition system using low-level attribute that is spatial color. But the system is still found a deficiency of the approach used is crisp, with this approach there are images that are relevant but the image is not obtained, which should be obtained. In this paper fuzzy logic is proposed as an approach to represent the spatial color of the system image acquisition. Fuzzy membership functions are proposed to model the spatial gaussian two colors are in - dimensions (2D). Experiments carried out with the image data 760 by using the domain name database by category painting abstract. Test results showed that this system successfully to improve the previous approach of represent - spatial query sentasikan color. This system can provide a more natural queries to the user.*

**Keywords:** image acquisition systems, spatial color, fuzzy, two-dimensional (2D) gaussian

## 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 ujicoba 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)

Sistem perolehan citra merupakan suatu 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][3][4]. Oleh sebab itu, telah diusulkan representasi dominan data citra sebagai dasar untuk memperoleh data citra sesuai dengan permintaan [2][3][4]. 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 kekhasan 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 dua-puluh tiga spasial warna yaitu: keseluruhan, tengah, pinggir, tepi kiri, tepi kanan, tepi atas,

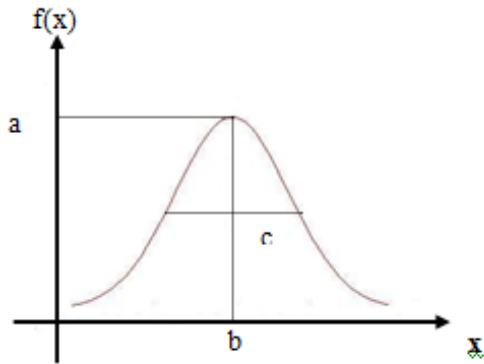
tepi bawah, kiri atas, kiri bawah, kanan atas, kanan bawah, seperempat kiri atas, seperempat kiri bawah, seperempat kanan atas, seperempat kanan bawah, setengah kanan, setengah kiri, setengah atas, setengah bawah, diagonal horisontal, diagonal vertikal, diagonal menaik serong ke kanan, diagonal menurun serong ke kanan.

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 tesis 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.

## TEORI PENGOLAHAN CITRA

### Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output [5].



Gambar 1: Fungsi Gaussian

- Contoh sistem yang memanfaatkan logika fuzzy antara lain:
- 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.
  - Penumpang taksi berkata kepada supir seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, supir taksi akan mengatur pijakan gasnya.
  - 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. Selama ini, ada beberapa cara yang mampu bekerja pada kotak hitam tersebut, contoh: sistem fuzzy, sistem linear, jaringan syaraf, dll. Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy [5], antara lain:

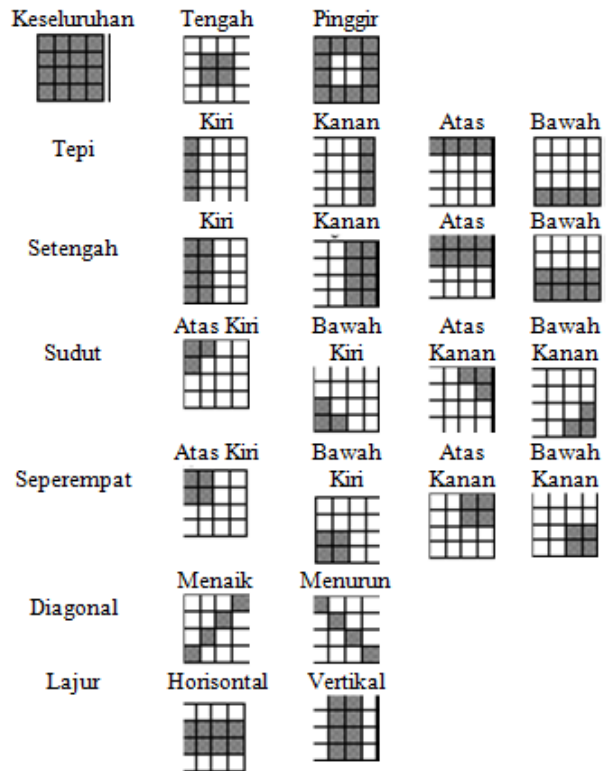
- Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
- Logika fuzzy sangat fleksibel
- Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
- Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi non linear yang sangat kompleks.
- Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
- Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami

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 [6]:

$$f(x) = ae^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}} \quad (1)$$

Contoh fungsi Gaussian ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 2: Spasial warna Zoran

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

### Spasial Zoran

Pendekatan yang digunakan pada Zoran adalah *crisp*, dengan nilai 0 atau 1, dimana 0 menunjukkan ketidakmiripan dan 1 menunjukkan kemiripan [1]. Untuk contoh pada Gambar 2 citra dibagi menjadi 4 x 4 grid dengan nilai spasial warna untuk:

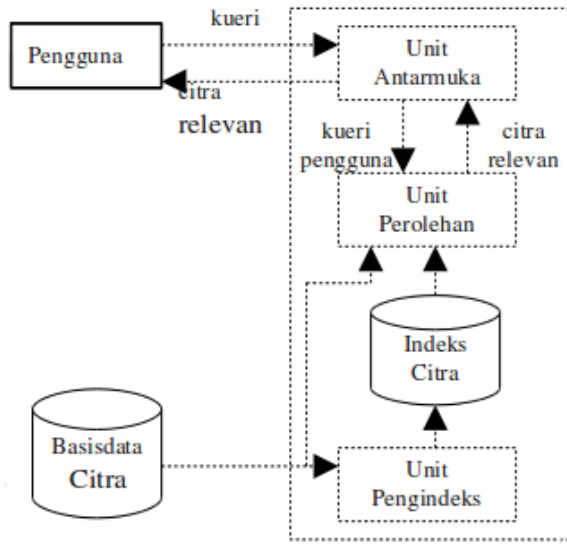
- Tengah membutuhkan grid [1,1], [1,2] [2,1], [2,2].
- Atas Kiri membutuhkan grid [0,0], [1,0] [0,1],[1,1]
- Tepi Bawah membutuhkan grid [0,3] [1,3], [2,3],[3,3].

### RANCANGAN SISTEM PENGOLAHAN CITRA

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

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

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.



Gambar 3: Arsitektur sistem

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.

Unit Pengindeks adalah subsistem yang bertanggung jawab untuk melakukan pengindeksan citra-citra pada Basis data 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.

$$x = x/lebarcitra \times 10 - 5 \quad (2)$$

$$y = y/lebarcitra \times 10 - 5 \quad (3)$$

Untuk contoh citra dengan ukuran 1000x500 maka

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

Buat array 2D yang menyimpan ketinggian dari kurva pada  $(x, y)$  yang sudah ditransformasikan. Contoh array 2D adalah sebagai berikut:  $Z[0, 0] = f(-5, 5)$ ,  $Z[500, 250] = f(0, 0)$ ,  $Z[250, 250] = f(2.5, 0)$ .

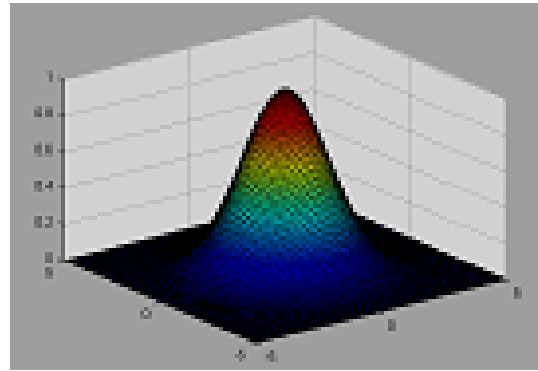
**Langkah 3:** Cari nilai ketinggian kurva yaitu  $z$  atau  $f(x, y)$  yang dirumuskan dalam fuzzy spasial warna. Rumus fuzzy spasial warna dijelaskan pada bahasan selanjutnya.

**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 fuzifikasi warna antara 0 dan 1.

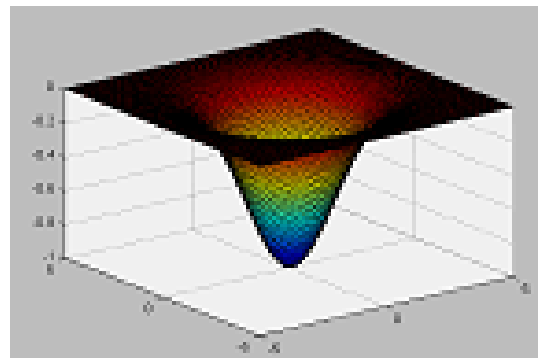
**Langkah 5:** Hitung bobot yang diperoleh dengan mengalikan nilai fuzifikasi warna dengan ketinggian kurva.

**Langkah 6:** Cari total bobot yang paling tinggi.

**Langkah 7:** Urutkan citra berdasarkan yang paling relevan yaitu berdasarkan persentase yang paling tinggi. Penghi-



Gambar 4: Fuzzifikasi spasial tengah



Gambar 5: Fuzzifikasi spasial pinggir

tungan presentase adalah sebagai berikut:

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

### Rancangan Fuzzifikasi Spasial Warna Tengah

Fuzzifikasi untuk tengah yaitu sebagai berikut:

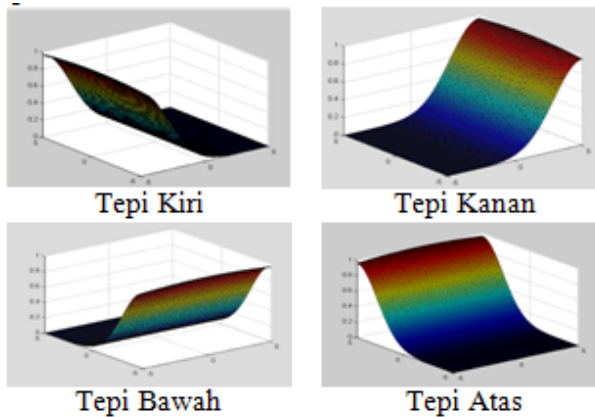
$$f(x, y) = A \exp(- (a(x - x_0)^2 + b(x - x_0)(y - y_0) + c(y - y_0)^2)), \quad (5)$$

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

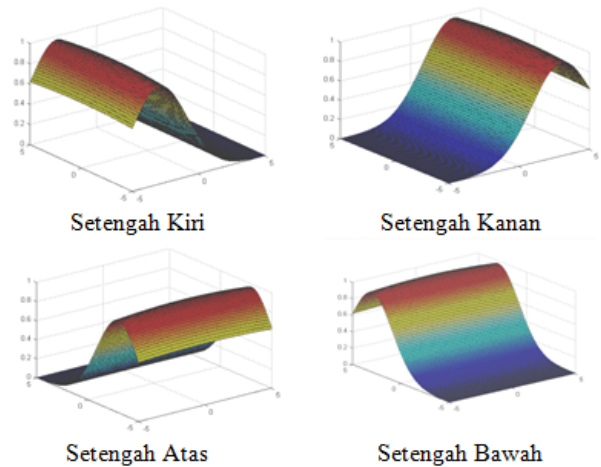
$$b = -\frac{\sin 2\theta}{\sigma_x^2} + \frac{\sin 2\theta}{\sigma_y^2}, \quad (7)$$

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

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 6: Fuzzifikasi spasial tepi



Gambar 7: Fuzzifikasi spasial setengah

**Pinggir**

Fuzzifikasi untuk pinggir yaitu sebagai berikut:

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

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

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

**Tepi**

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

**Setengah**

Setengah terdiri dari setengah kiri, setengah kanan, setengah atas dan setengah tepi.

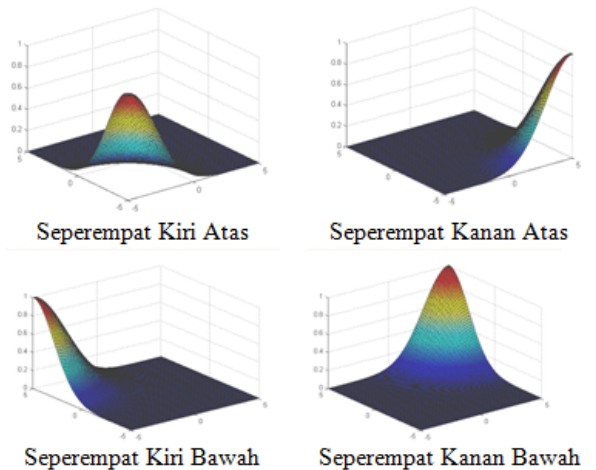
Untuk koefisien  $A$  yaitu amplitudo = 1, nilai  $\theta = 0$ . Untuk nilai  $x_0$ ,  $y_0$ , nilai sebaran  $x$  dan  $y$  dari gumpalan yaitu  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  adalah:

- Pada fuzzifikasi setengah kiri, nilai  $x_0 = -3$ ,  $y_0 = 0$  dengan  $\sigma_x = 3$  dan  $\sigma_y = 25$ .
- Pada fuzzifikasi setengah kanan, nilai  $x_0 = 3$ ,  $y_0 = 0$  dengan  $\sigma_x = 3$  dan  $\sigma_y = 25$ .
- Pada fuzzifikasi setengah atas, nilai  $x_0 = 0$ ,  $y_0 = -3$  dengan  $\sigma_x = 25$  dan  $\sigma_y = 3$ .
- Pada fuzzifikasi setengah bawah, nilai  $x_0 = 0$ ,  $y_0 = 3$  dengan  $\sigma_x = 25$  dan  $\sigma_y = 3$

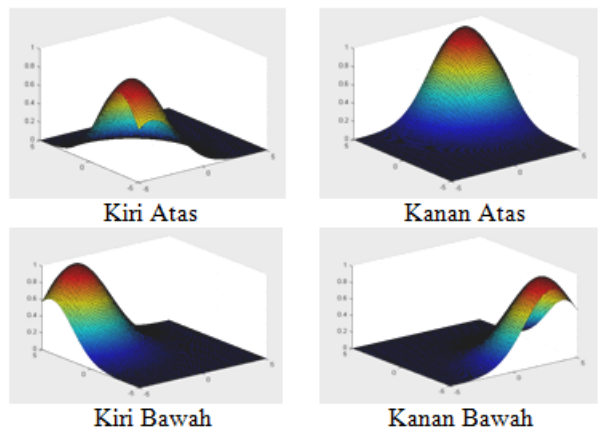
**Seperempat**

Seperempat terdiri dari seperempat kiri atas, seperempat kanan atas, seperempat kiri bawah dan seperempat 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 fuzzifikasi pada

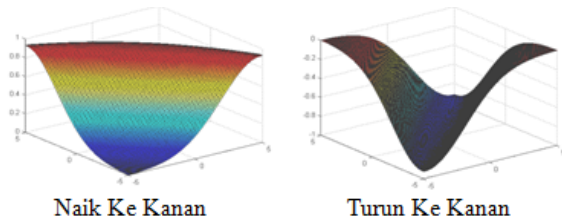
- seperempat kiri atas adalah  $x_0 = -5$ ,  $y_0 = -5$ .
- seperempat kanan atas adalah  $x_0 = 5$ ,  $y_0 = -5$ .
- seperempat kiri bawah adalah  $x_0 = -5$ ,  $y_0 = 5$ .
- seperempat kanan bawah adalah  $x_0 = 5$ ,  $y_0 = 5$ .



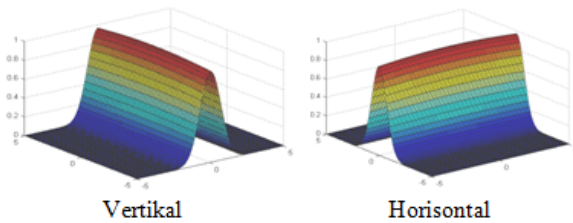
Gambar 8: Fuzzifikasi spasial seperempat



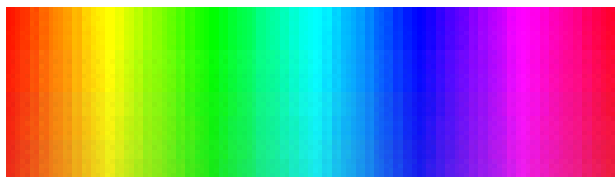
Gambar 9: Fuzzifikasi spasial sudut



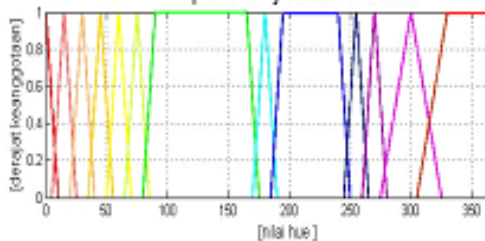
Gambar 10: Fuzzifikasi spasial diagonal



Gambar 11: Fuzzifikasi spasial lajur



Gambar 12: Hue HSV



Gambar 13: Fuzzifikasi warna

**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 pada fuzzifikasi

- kiri atas adalah  $x_0 = -4, y_0 = -3$ .
- kanan atas adalah  $x_0 = 3, y_0 = 4$ .
- kiri bawah adalah  $x_0 = -3, y_0 = 4$ .
- kanan bawah adalah  $x_0 = 3, y_0 = -4$ .

**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  $\theta = \pi / 4 * 1$ .

**Lajur**

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

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

**Rancangan Warna**

Warna yang digunakan pada sistem ini adalah color model HSV ditunjukkan pada Gambar 12 [2]. Fuzzifikasi warna HSV ditunjukkan pada Gambar 13 [2].

**UJI COBA**

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 hasil uji coba diuraikan sebagai berikut.

**Hasil Uji Coba Spasial Tengah**

Kueri yang digunakan untuk tengah pada kuisoner adalah mencari citra yang tengahnya berwarna biru. Dengan metode spasial Zoran [1] diperoleh 152 citra, sedangkan dengan metode fuzzy diperoleh 146 citra. Hasil uji coba ini ditunjukkan pada Gambar 14 dan Gambar 15.

**Hasil Uji Coba Spasial Pinggir**

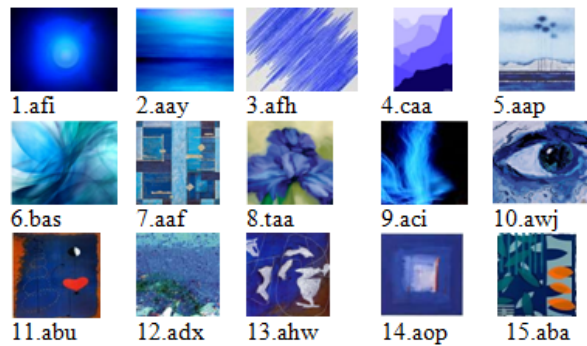
Kueri yang digunakan untuk pinggir pada kuisoner adalah mencari citra yang pinggirnya berwarna jingga. Dengan metode spasial Zoran [1] diperoleh 96 citra, sedangkan dengan metode fuzzy diperoleh 99 citra. Hasil uji coba ini ditunjukkan pada Gambar 16 dan Gambar 17.

**Hasil Uji Coba Spasial Tepi Bawah**

Kueri yang digunakan untuk tepi bawah pada kuisoner adalah mencari citra yang tepi bawahnya berwarna kuning. Dengan metode spasial Zoran [1] diperoleh 24 citra, sedangkan dengan metode fuzzy diperoleh 30 citra. Hasil uji coba ini ditunjukkan pada Gambar 18 dan Gambar 19.

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

Spasial Warna	Rata-rata Precision [1]	Rata-rata Precision [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
Setengah Kiri	56%	53%	12	12
Setengah Kanan	71.24%	68%	24	24
Setengah Atas	45.61%	47%	5	8
Setengah Bawah	57.14%	58.88%	104	116
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
Seperempat Kiri Atas	51%	61%	8	13
Seperempat Kiri Bawah	73%	71.47%	12	12
Seperempat Kanan Atas	26.73%	43.01%	27	40
Seperempat Kanan Bawah	50.57%	55.95%	44	47
Horisontal	38%	41%	39	39
Vertikal	50%	58%	89	94
Naik ke Kanan	43%	40%	4	8
Turun Ke kanan	32%	34%	14	22



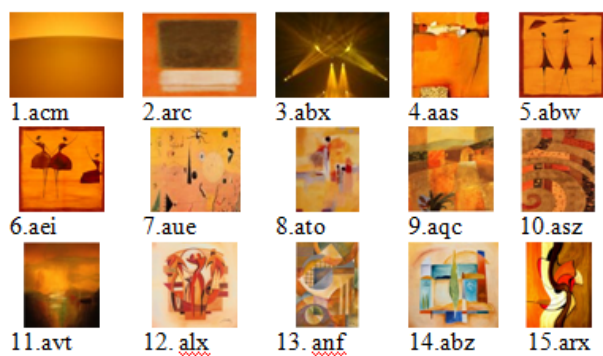
**Gambar 14:** Hasil perolehan 15 citra teratas dengan metode spasial [1]



**Gambar 15:** Hasil perolehan 15 citra teratas dengan metode fuzzy



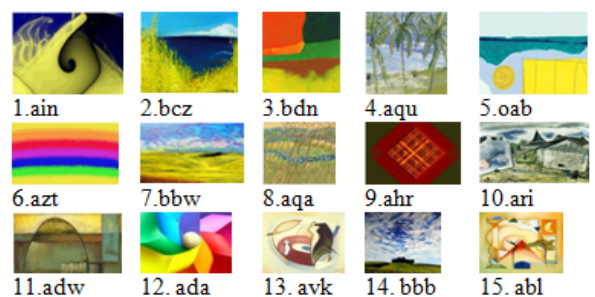
**Gambar 16:** Hasil perolehan 15 citra teratas dengan metode spasial [1]



**Gambar 17:** Hasil perolehan 15 citra teratas dengan metode fuzzy



**Gambar 18:** Hasil perolehan 15 citra teratas dengan metode spasial [1]



**Gambar 19:** Hasil perolehan 15 citra teratas dengan metode fuzzy

### 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. Penelitian ini berhasil memperbaiki pendekatan Zoran walaupun kenaikannya hanya 0,94%. Tabel 1 memperlihatkan hasil perbandingan rata-rata *precision* [1] dengan [usulan] dan hasil perolehan citra relevan [1] dengan [usulan].

### SIMPULAN

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.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stejić, Z.: *Integrated Retrieval of Images and Text: Image Indexing Using Sensitivity Expressions*. In: The 37th Seminar on Intelligent Control (SIC2000-1). (September 2000) 15–18
- [2] Ika, A.: *Sistem Temu Kembali Citra Untuk Representasi Sensasi Berbasis Teori Fuzzy*. Tesis, Fasilkom UI (2007)
- [3] Rui, Y., Huang, T.S., Chang, S.F.: *Image Retrieval : Past, Present, and Future*. Journal of Visual Communication and Image Representation **10** (1999) 1–3
- [4] Konar, A.: *Computational Intelligence, Principles, Techniques and Applications*. In: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (2005)
- [5] Younes, A.: *Color Image Profiling Using Fuzzy Sets*. In: Turk J Elec Engin. Volume 13. (2005)
- [6] Swain, M.J., Ballard, D.H.: *Color Indexing*. International Journal of Computer Vision **7**(1) (1991) 11–32