

Studi Banding Metode Modifikasi Vektor Kueri Fuzzy dan Fungsi Basis Radial Fuzzy Untuk Perolehan Citra

Tatik Maftukhah
Puslit KIM LIPI, Kompleks Puspipstek Serpong
tatikmh@kim.lipi.go.id

Abstract

This paper describes of using Fuzzy Query Vector Modification (QVM) and Fuzzy Radial Basis Function (RBF) methods for image retrieval. Both methods used relevant feedback process to obtain images according to the wishes of the user. The proposed research is Fuzzy QVM method uses six levels, consisting of very relevant, relevant, few relevant, vague, non relevant, and very non relevant. Fuzzy RBF method uses three levels, consists of relevant, fuzzy, and non relevant.

Testing is done compare for Fuzzy QVM method with Fuzzy RBF method, by calculating the precision recall. The research concluded that Fuzzy QVM method better performance than Fuzzy RBF method.

Keywords: *Feedback, Fuzzy QVM, Fuzzy RBF, Images.*

Abstrak

Pada makalah ini diuraikan tentang penggunaan metode Modifikasi Vektor Kueri (MVK) Fuzzy dan Fungsi Basis Radial (FBR) Fuzzy untuk perolehan data citra. Kedua metode tersebut digunakan dalam proses umpanbalik relevansi untuk mendapatkan citra yang sesuai dengan keinginan pengguna. Penelitian yang diusulkan adalah metode MVK Fuzzy dengan enam tingkat relevansi yang terdiri dari: sangat relevan, relevan, sedikit relevan, samar-samar, tidak relevan, dan sangat tidak relevan. Metode FBR Fuzzy menggunakan tiga tingkatan yang terdiri dari relevan, fuzzy, dan tidak relevan.

Pengujian dilakukan untuk membandingkan kinerja metode MVK Fuzzy dengan FBR Fuzzy melalui perhitungan nilai precision recall. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode MVK Fuzzy mempunyai kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan metode FBR Fuzzy.

Kata Kunci: *Umpanbalik, MVK Fuzzy, FBR Fuzzy, Citra*

1. Pendahuluan

Sistem perolehan citra adalah suatu sistem pengelolaan basis data dengan kueri data citra. Dalam perkembangannya, masalah yang sering terjadi pada sistem perolehan data citra adalah ketidaksesuaian antara citra yang diinginkan pengguna dengan citra yang dihasilkan oleh sistem. Metode umpanbalik relevansi adalah salah satu metode untuk pengembangan perolehan data citra[1-5]. Metode umpanbalik relevansi merupakan suatu proses interaktif pengguna, dengan memberikan informasi yang

diumpamakan untuk memperoleh citra yang diinginkan. Pengguna akan memberikan umpanbalik dengan cara melakukan identifikasi relevansi citra yang diberikan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dari hasil identifikasi tersebut, sistem akan melakukan iterasi atau pengulangan proses perolehan citra dan menampilkan kembali citra yang dihasilkan. Iterasi dilakukan beberapa kali, sehingga citra yang dihasilkan sesuai dengan keinginan pengguna. Metode standar yang banyak digunakan dalam umpanbalik

relevansi ini adalah *Query Vector Modification* (Modifikasi Vektor Kueri / MVK)[2, 4]. Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan[1–5], identifikasi dilakukan dengan pemilihan citra hanya dalam dua tingkat relevansi yaitu: “relevan” dan “tidak relevan”. Tingkat relevansi tersebut belum mampu merepresentasikan citra yang diinginkan oleh pengguna.

Beberapa penelitian untuk pengembangan umpanbalik telah banyak dilakukan. Pengembangan umpanbalik relevansi fuzzy, telah diterapkan pada metode *Radial Basis Function* atau Fungsi Basis Radial (FBR) dan metode *Support Vector Machines* (SVM). Yap, K.H. & Wu, Kui[6] telah mengembangkan metode FBR Fuzzy dengan tiga tingkat relevansi, yaitu: relevan (positif), fuzzy, dan tidak relevan (negatif). Metode SVM Fuzzy telah dikembangkan oleh Min dan Cheng[7]. Konsep SVM sebagai usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah kelas. Usaha untuk mencari lokasi *hyperplane* ini merupakan inti dari proses pembelajaran SVM. Setiap sampel dalam training berhubungan dengan nilai keanggotaan fuzzy[7].

Pada penelitian ini dikembangkan sistem fuzzy dengan tingkat relevansi yang lebih spesifik, dengan harapan dapat membantu pengguna dalam merepresentasikan citra yang diinginkan. Pengembangan enam tingkat relevansi ini, terdiri dari : sangat relevan, relevan, sedikit relevan, samar-samar, tidak relevan, dan sangat tidak relevan[8, 9]. Pada penelitian ini diusulkan umpanbalik relevansi fuzzy dengan metode MVK Fuzzy yang merupakan pengembangan penelitian yang telah dilakukan Yin, Bhanu, Chang, & Dong. Hasil perolehan citra yang diberikan, dilakukan perbandingan antara metode MVK Fuzzy dengan FBR Fuzzy.

2. Metode Umpan Balik Relevansi

Metode umpanbalik relevan adalah suatu cara interaktif antara pengguna dengan sistem perolehan citra[2]. Empat langkah yang dilakukan pada metode umpanbalik relevan ini adalah :

- (a) pengguna melakukan inisialisasi dengan memilih citra sebagai kueri.
- (b) sistem melakukan proses pemilihan citra basisdata yang sesuai dengan citra kueri, dan menampilkan beberapa citra yang dihasilkan.
- (c) pengguna melakukan identifikasi terhadap citra yang dihasilkan sistem.
- (d) sistem melakukan proses kembali dengan mempertimbangkan hasil umpanbalik dari pengguna, dan menampilkan beberapa citra hasil umpanbalik

Pada penelitian ini, digunakan metode MVK Fuzzy sebagai pengembangan metode MVK. Untuk mengetahui kinerja metode MVK Fuzzy, maka hasil yang diberikan akan dilakukan perbandingan dengan hasil yang diberikan oleh metode FBR Fuzzy.

2.1 Metode Modifikasi Vektor Kueri (MVK) Fuzzy

Pada penelitian sebelumnya, identifikasi umpanbalik relevansi digunakan dua tingkatan, yaitu relevan dan tidak relevan. Perhitungan formula baru untuk melakukan modifikasi vektor kueri dalam enam tingkat relevansi dapat diturunkan dari persamaan Rocchio[2], yaitu :

$$X^{(j+1)} = \alpha X^{(j)} + \beta \sum_{i=1}^r \frac{R_i}{r} - \gamma \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{n} \quad (1)$$

dimana:

$X^{(j+1)}$ adalah vektor fitur kueri pada iterasi ke-($j+1$)

$X^{(j)}$ adalah vektor fitur kueri pada iterasi ke- j
 R_i adalah vektor fitur citra ke- i teridentifikasi relevan

N_i adalah vektor fitur citra ke- i teridentifikasi tidak relevan

r adalah jumlah citra relevan

n adalah jumlah citra tidak relevan

α , β , dan γ adalah parameter pengontrol.

Pengembangan enam tingkat relevansi dengan memasukkan nilai keanggotaan pada masing-masing citra yang teridentifikasi, maka perhitungan formula di atas dapat diturunkan menjadi persamaan di bawah ini [9].

$$X^{(j+1)} = \alpha X^{(j)} + \frac{\beta}{r} \left(\sum_{i=1}^{sr} m_{SR_i} SR_i + \sum_{i=1}^{rl} m_{RL_i} RL_i + \sum_{i=1}^{dr} m_{DR_i} DR_i \right) - \frac{\gamma}{n} \left(\sum_{i=1}^{ss} m_{SS_i} SS_i + \sum_{i=1}^{tr} m_{TR_i} TR_i + \sum_{i=1}^{st} m_{ST_i} ST_i \right) \quad (2)$$

dimana

$X^{(j+1)}$ adalah vektor fitur citra kueri baru,
 $X^{(j)}$ adalah vektor fitur citra kueri awal,
 SR_i adalah vektor fitur citra ke- i teridentifikasi sangat relevan,
 RL_i adalah vektor fitur citra ke- i teridentifikasi relevan,
 DR_i adalah vektor fitur citra ke- i teridentifikasi sedikit relevan,
 SS_i adalah vektor fitur citra ke- i teridentifikasi samar-samar,
 TR_i adalah vektor fitur citra ke- i teridentifikasi tidak relevan,
 ST_i adalah vektor fitur citra ke- i teridentifikasi sangat tidak relevan,
 r adalah jumlah citra relevan,
 n adalah jumlah citra tidak relevan,
 sr adalah jumlah citra sangat relevan,
 rl adalah jumlah citra relevan,
 dr adalah jumlah citra sedikit relevan,
 ss adalah jumlah citra samar-samar,
 tr adalah jumlah citra tidak relevan,
 st adalah jumlah citra sangat tidak relevan,
 $\alpha, \beta,$ dan γ adalah parameter pengontrol,
 $m_{SR_i}, m_{RL_i}, m_{DR_i}, m_{SS_i}, m_{TR_i},$ & m_{ST_i} adalah nilai keanggotaan citra ke- i pada tingkat $SR, RL, DR, SS, TR,$ dan ST .

Setelah kueri citra dengan formula yang baru diperoleh, dilakukan proses perhitungan kemiripan. Perhitungan kemiripan citra menggunakan rumus jarak Euclidean[2]

$$Dist(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^d (x_i - y_i)^2} \quad (3)$$

2.2 Metode Fungsi Basis Radial (FBR) Fuzzy

FBR merupakan salah satu metode jaringan syaraf tiruan yang dapat digunakan sebagai pengelolaan data citra. Untuk evaluasi perolehan citra dilakukan perhitungan kombinasi linear dari masing-

masing tingkatan FBR tersebut. Proses pelatihan FBR Fuzzy dilakukan untuk perbaikan bobot yang menghubungkan unit-unit masukan dengan layer tersembunyi, serta layer tersembunyi dengan layer keluaran. Layer yang berbeda dari suatu FBR mempunyai tugas yang berbeda, sehingga optimasi layer tersembunyi dan lapis keluaran dari jaringan dipisahkan memakai teknik yang tidak sama. Yap, K.H. & Wu, Kui[6], mengembangkan FBR Fuzzy dengan tiga tingkatan yang terdiri dari: relevan (positif), fuzzy, dan tidak relevan (negatif), yang masing-masing mempunyai bobot $w_r, w_f,$ dan w_{ir} . Algoritma pembelajaran interaktif metode FBR Fuzzy[6] adalah sebagai berikut:

1. Modul Jaringan FBR

Dalam setiap iterasi, dibuat modul jaringan dengan dimensi p :

$$\begin{aligned} V_r &= \{v_1, \dots, v_i, \dots, v_R\}, \\ V_{ir} &= \{v_1, \dots, v_i, \dots, v_{IR}\}, \\ V_f &= \{v_1, \dots, v_i, \dots, v_F\}, \end{aligned} \quad (4)$$

Dimana $V_r, V_{ir},$ dan V_f merupakan sampel untuk positif, negatif, dan fuzzy, yang berjumlah $R, IR,$ dan F . $V = \{v_1, \dots, v_i, \dots, v_M\}$ adalah sampel semua training yang berjumlah M . Fungsi Gaussian didefinisikan sebagai berikut:

$$f_1(x, v_i) = \exp\left(-\frac{(x - v_i)^T \Delta (x - v_i)}{2\sigma_i^2}\right) \quad (5)$$

dimana: $i=1, \dots, M$. v_i, σ_i adalah pusat FBR ke- i dan lebar masing-masing, x adalah vektor citra masukan.

Determinasi dari lebar σ_i diberikan:

$$\sigma_i = 0.5 \min_j \|v_i - v_j\|, \quad (6)$$

$$j = 1, \dots, M, j \neq i$$

$\Delta = \text{diag}[\alpha_1, \dots, \alpha_p]$ adalah matriks diagonal dengan elemen $\alpha_p, p=1, \dots, P,$ yang merupakan perbedaan komponen fitur yang merepresentasikan deviasi standar dari sampel yang positif.

2. Bobot Umpanbalik

Untuk sampel yang positif, bobot positif ditandai dengan ω_r^i . Dalam pengujian

ini, digunakan $\omega_r^i=1$. Kontribusi relevansi dari semua umpanbalik positif dilakukan perhitungan:

$$F_r(x) = \sum_{v_i \in V_r} \omega_r^i f_r(x, v_i) \quad (7)$$

Untuk sampel yang negatif, bobot negatif ditandai dengan ω_{ir}^i . Dalam pengujian ini, digunakan $\omega_{ir}^i=-0.5$.

Untuk citra yang teridentifikasi fuzzy oleh pengguna, pembobotan dilakukan menggunakan fungsi keanggotaan. Fungsi Cauchy untuk perhitungan nilai keanggotaan adalah:

$$\omega_f^i(v_i) = \frac{1}{1 + \left(\frac{\|v_i - c_r\|}{\tau} \right)^\gamma} \quad (8)$$

Dimana $v_i \in R^p$ adalah sampel fuzzy. c_r adalah pusat kluster dari semua sampel relevan, dan τ adalah lebar fungsi.

3. Evaluasi Perolehan Data

Keluaran dari jaringan $F(x)$ untuk masukan data x dilakukan perhitungan kombinasi linear dari masing-masing modul FBR, yang diberikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F(x) &= F_r(x) + F_{ir}(x) + F_f(x) \\ &= \sum_{v_i \in V_r} \omega_r^i f_r(x, v_i) + \sum_{v_i \in V_p} \omega_{ir}^i f_{ir}(x, v_i) \\ &\quad + \sum_{v_i \in V_f} \omega_f^i f_f(x, v_i) \end{aligned} \quad (9)$$

2.3 Pengujian Nilai Precision Recall

Untuk melakukan analisis dari penggunaan metode umpanbalik relevansi pada perolehan data citra, dilakukan perhitungan nilai *precision* pada beberapa tingkatan *recall*. *Precision* dapat diartikan sebagai presisi atau kecocokan antara permintaan dengan jawaban. *Recall* adalah proporsi jumlah data yang dapat ditemukan dalam proses pencarian data.

Nilai *precision* diperoleh dari pembagian antara perolehan citra yang sesuai dengan jumlah keseluruhan perolehan citra. Nilai *recall* diperoleh dari pembagian antara perolehan citra yang

sesuai dengan jumlah keseluruhan citra yang sesuai[5, 9].

$$precision = Cs / c$$

dan

$$recall = Cs / s \quad (10)$$

dimana

Cs : perolehan citra yang sesuai

s : keseluruhan perolehan citra

c : keseluruhan citra yang sesuai

Suatu metode akan mempunyai kinerja yang baik jika mempunyai nilai *precision* yang tinggi. Pada penelitian metode umpanbalik relevansi pada perolehan data citra ini, dilakukan perhitungan nilai *precision* untuk metode MVK Fuzzy dan FBR Fuzzy. Masing-masing metode dilakukan perhitungan nilai *precision* pada *recall* tertentu.

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk pengujian sistem, pertama-tama pengguna harus memilih kueri citra yang dikehendaki. Sistem akan melakukan proses kemiripan citra dan menghasilkan tampilan citra sesuai indeks. Hasil perolehan citra yang ditampilkan sesuai indeks merupakan hasil perhitungan kemiripan citra menggunakan rumus jarak Euclidean. Pengguna dapat memberikan umpanbalik relevansi, jika hasil yang diberikan sistem tidak sesuai dengan keinginan pengguna. Dari tampilan citra yang diberikan, pengguna melakukan identifikasi citra sesuai tingkat relevansi yang diberikan, dan sistem akan mengolah data umpanbalik dengan metode MVK Fuzzy dan FBR Fuzzy.

Pada penelitian metode umpanbalik relevansi pada perolehan data citra ini, dilakukan perhitungan nilai *precision* untuk metode MVK Fuzzy dan FBR Fuzzy.

Masing-masing metode dilakukan perhitungan nilai *precision* pada *recall* tertentu.

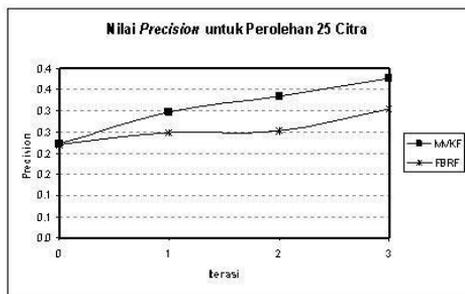
Pengujian dilakukan untuk *recall* 0-1, yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9;

1. Untuk mengetahui perubahan rata-rata nilai *precision* pada masing-masing iterasi, dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 1. di bawah.

Tabel 1. Nilai Precision Empat Iterasi Pertama

Iterasi	Rata-rata Nilai Precision	
	MVK Fuzzy	FBR Fuzzy
0	0.220	0.220
1	0.296	0.248
2	0.334	0.252
3	0.376	0.304

Pada Tabel 1. di atas dapat diketahui bahwa untuk masing-masing iterasi, metode MVK Fuzzy mempunyai rata-rata nilai *precision* lebih tinggi dibanding metode FBR Fuzzy. Ini menunjukkan bahwa metode MVK Fuzzy mempunyai kinerja yang lebih baik dari pada metode FBR Fuzzy.



Gambar 1. Nilai Precision dari Empat Iterasi Pertama

Nilai *precision* pada nilai *recall* tertentu dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 2.

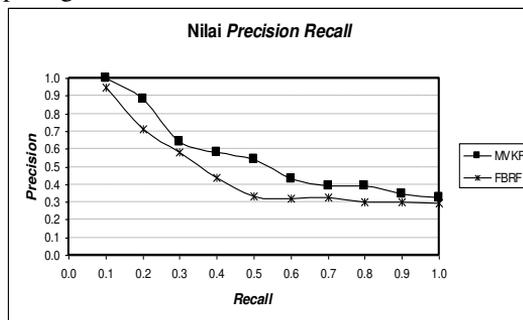
Pengujian dilakukan untuk *recall* 0-1, yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; dan 1, dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa untuk semua tingkatan *recall* yang diberikan, metode MVK Fuzzy memberikan nilai *precision* yang lebih tinggi dari metode FBR Fuzzy.

Tabel 2. Nilai Precision Metode MVK Fuzzy dan FBR Fuzzy

No	Recall	Precision	
		MVK Fuzzy	FBR Fuzzy
1	0.1000	1.0000	0.9500
2	0.2000	0.8800	0.7114
3	0.3000	0.6388	0.5826
4	0.4000	0.5807	0.4397
5	0.5000	0.5437	0.3338
6	0.6000	0.4291	0.3217
7	0.7000	0.3953	0.3278
8	0.8000	0.3938	0.3027
9	0.9000	0.3434	0.3023
10	1.0000	0.3293	0.2970
Rata-rata		0.5534	0.4569

Perbandingan rata-rata nilai *precision* antara MVK Fuzzy dengan FBR Fuzzy adalah $0.5534 : 0.4569 = 11 : 9$ atau $1 : 0,8255$. Grafik masing-masing nilai *precision recall*, untuk pengujian metode MVK Fuzzy dan FBR Fuzzy dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik Nilai Precision Metode MVK Fuzzy dan FBR Fuzzy

Dari Gambar 2 terlihat bahwa metode MVK Fuzzy mempunyai nilai *precision* lebih tinggi dibandingkan metode BR Fuzzy.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil ujicoba yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan pengujian dan perhitungan nilai *precision* yang telah dilakukan, metode MVK Fuzzy memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode FBR Fuzzy.
2. Perbandingan nilai *precision recall* antara metode MVK Fuzzy dengan metode FBR Fuzzy adalah 11 : 9.

Pada proses umpanbalik relevansi sistem perolehan data citra, metode MVK Fuzzy mempunyai kinerja lebih baik dibandingkan metode FBR Fuzzy.

5. Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Rahmat Widyanto, Bapak Prof. Dr. Abdul Harris Yadda, dan Ibu Prof. Dr. Bela Widjaja, yang telah banyak memberikan arahan dalam penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- [1] Yoo H, Park H, & Jang D. Expert System for Color Image Retrieval. *Elsevier Expert Systems with Application*. 2005. Vol 28, 347-357.
- [2] Yin Peng Yen, Bhanu B, Chang K C, & Dong A. Integrating Relevance Feedback Techniques for Image Retrieval using Reinforcement Learning. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Oktober 2005. Vol. 27, No. 10.
- [3] Cox J.I., Miller M, Minka T, Omohundro S, & Yianilos P. The Bayesian Image Retrieval System, PicHunter: Theory, Implementation and Psychophysical Experiments. *IEEE Transaction of Image Processing*, 2000. Vol. 9, no: 1, 20-37.
- [4] Meilhac C. & Nastar C. Relevance Feedback and Category Search In Image Database. *Proseding International Conference Multimedia Computing and Systems*, 1999. Hal. 512-517.
- [5] Deb S. & Zhang Y. An Overview of Content-Based Image Retrieval Techniques. *IEEE Proceeding of the 18th International Conference on Advanced Information Networking and Application (AINA'04)*. 2004.
- [6] Yap K.H. & Wu Kui. A Soft Relevance Feedback Framework in Content-Based Image Retrieval Systems". *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Desember 2005. Vol.15, No.12.
- [7] Min, R. & Cheng, H. D. Effective Image Retrieval using Dominant Color Dscriptor and Fuzzy Support Vector Mechine. *Elsevier. Pattern Recognition* 42, 2009. pp 147-157.
- [8] Maftukhah, T, Widyanto, R, Widjaja, B, & Yadda, H. Pengembangan Tingkat Relevansi Metode Umpanbalik pada Sistem Perolehan Citra. *Proseding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah (PPI) KIM-LIPI*. Tangerang. 2008. Hal 413-419.
- [9] Maftukhah, T & Widyanto, R. Fuzzy Approach of Query Vector Modification Method for Relevant Feedback in Image Retrieval. *Proseding International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*. Manila, Phillipines. 2009.