

Content-Based Image Retrieval Menggunakan Walshlet Pyramid dan Gabor Wavelet

Ni Nyoman Budiasih
Akademi Manajemen Informatika dan Komputer New Media Bali
email : komang.budiasih@gmail.com

Abstrak

Content-Based Image Retrieval (CBIR) merupakan salah satu media pencarian informasi berupa gambar yang banyak digunakan. CBIR dikembangkan dengan menerapkan tiga metode, Walshlet Pyramid, Gabor Wavelet dan penggabungan Walshlet Pyramid dengan Gabor Wavelet. CBIR dimulai dengan subsistem indexing dilanjutkan dengan subsistem searching. Pengujian menunjukkan aplikasi dengan metode penggabungan memberikan hasil yang lebih baik, rata-rata 81% citra dapat ditemukan kembali pada metode penggabungan. Metode Walshlet Pyramid menunjukkan rata-rata 73% citra dapat ditemukan kembali, sedangkan rata-rata 68% citra dapat ditemukan kembali dengan menggunakan metode Gabor Wavelet. Sistem Content-Based Image Retrieval yang mengutamakan singkatnya waktu dalam pencarian citra lebih baik menggunakan metode Walshlet Pyramid akan tetapi untuk sistem yang mengutamakan kesesuaian citra dapat menggunakan metode penggabungan.

Kata kunci: *Content-Based Image Retrieval, Walshlet Pyramid, Gabor Wavelet, indexing, searching.*

Abstract

Information is a high need in the community need for information not only on the information in the form of text, but also images. Content-Based Image Retrieval is one of the media information retrieval is an image that is widely used. The author developed the Image Retrieval by applying the three methods, Walshlet Pyramid, Gabor Wavelet and merging Walshlet with Gabor Wavelet Pyramid. Applications were made starting with the indexing subsystem by subsystem continued searching. Tests show that the use by the incorporation method gives better results, on average 81% image can be recovered on the method of incorporation. Pyramid Walshlet method showed an average of 73% of the image can be recovered, while the average 68% of the image can be recovered by using the Gabor Wavelet. Content-Based Image Retrieval system that prioritizes the shortness of time in search of a better image Walshlet Pyramid method but for a system that promotes conformity to the image using the method of incorporation.

Keywords: *Content-Based Image Retrieval, Walshlet Pyramid, Gabor Wavelet, indexing, searching.*

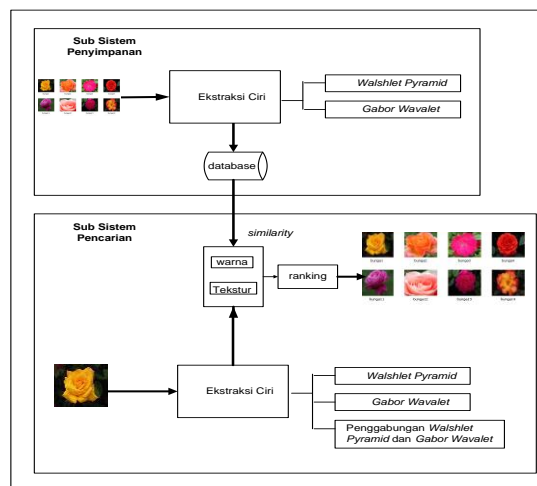
1. Pendahuluan

Image Retrieval adalah suatu sistem penemuan kembali informasi dalam bentuk citra dengan mengukur kemiripan antara citra yang tersimpan dalam basis data dengan citra *query* yang dimasukkan oleh pengguna. *Image Retrieval* adalah suatu sistem penemuan kembali informasi dalam bentuk citra (gambar) dengan mengukur kemiripan (*similarity*) antara citra yang tersimpan dalam basis data dengan citra *query* yang dimasukkan oleh pengguna[1]. *Image Retrieval* dengan pencarian berdasarkan teks memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap pengguna karena pendeskripsian citra yang akan dicari sesuai dengan pemahaman pengguna terhadap citra tersebut sehingga bersifat subjektif. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan pencarian yang bersifat objektif yaitu berdasarkan content atau isi dari citra. Pencarian citra berdasarkan content citra disebut dengan *Content-Based Image Retrieval (CBIR)*.

Penelitian pada CBIR banyak dilakukan, penelitian untuk proses CBIR dengan menggunakan metode *Walshlet Pyramid* telah dilakukan oleh H.B.Kekre dan Sudeep D. Thepadepada tahun 2010, penelitian ini membandingkan metode *Walshlet Pyramid* dengan metode *Walsh*. Hasil penelitian menunjukkan metode *Walshlet Pyramid* memiliki performansi yang lebih baik dari *Walsh*. Penelitian dengan menggunakan metode *Gabor Wavelet* dilakukan oleh Antonio V. Netto, dkk pada tahun 2003 dimana pada penelitian citra yang digunakan merupakan citra yang berhubungan dengan mata. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan sistem CBIR yang menggunakan metode *Walshlet Pyramid*, *Gabor Wavelet* dan penggabungan kedua metode tersebut berdasarkan performansi sistem dalam menampilkan citra yang relevan dan waktu pencarian citra.

2. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan pada sistem terdiri dari data latih dan data uji. Data latih yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra digital yang diambil dari kelompok penelitian James Z. Wang yang penelitiannya meliputi penandaan gambar otomatis, informatika biomedis, dan sebagainya dengan link <http://wang.ist.psu.edu/~jwang/test1.tar>, di dalam file test1.tar terdapat database citra yang berisikan 1000 gambar digital yang secara umum dibagi menjadi 10 kelompok, yaitu orang afrika, gajah, pantai, bunga, bangunan, kuda, bus, pemandangan, dinosaurus dan makanan. Secara umum penelitian yang dilakukan sesuai dengan Gambar 1.



Gambar 1. Gambar Sistem Secara Umum

Sesuai dengan gambaran umum dari sistem yang akan dibuat dalam penelitian ini, tahapannya dapat dirinci sebagai berikut:

Subsistem penyimpanan dan pencarian citra dijelaskan sebagai berikut :

1. Subsistem penyimpanan citra
 - a. Membaca citra yang akan disimpan pada *database*. Format citra adalah *.jpg, ukuran citra yang dibaca adalah 256x256.
 - b. Praproses yang dilakukan adalah mengekstrak citra untuk mendapatkan *color plane* dan *gray plane* dari citra. *Color plane* didapatkan dengan mengambil nilai masing-masing komponen *red*, *green* dan *blue*. Sedangkan *gray plane* merupakan fitur keabu-abuan citra.
 - c. Mengekstrak fitur citra menggunakan metode *Walshlet Pyramid* dan *Gabor Wavelet*. Ekstraksi citra dengan *Walshlet Pyramids* sampai dengan penentuan level transformasi yang dilakukan. Mengekstrak fitur citra menggunakan metode *Gabor Wavelet*, dimulai dari ekstraksi citra sampai mendapatkan fitur *real* dan *imaginer* citra hasil transformasi.
 - d. Menyimpan informasi citra beserta hasil ekstraksi *Walshlet Pyramid*, *Gabor Wavelet* yang diperoleh ke dalam *database*.
2. Subsistem pencarian citra

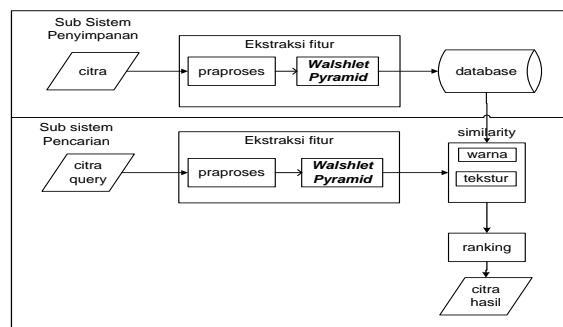
- a. Membaca citra *query*. Format citra *query* adalah *.jpg.
- b. Praproses yang dilakukan adalah mendapatkan *color planedan gray planedan* citra.
- c. Mengekstrak fitur citra menggunakan metode *Walshlet Pyramid* dan *Gabor Wavelet*.
- d. Membandingkan fitur citra *query* dengan fitur citra dalam *database*.
- e. Menghitung nilai *similarity* antara citra *query* dengan citra pada *database* berdasarkan metode yang dipilih untuk digunakan.
- f. Mengurutkan citra berdasarkan nilai *similarity* secara *descending* (menurun).

3. Kajian Pustaka

Sistem ini terdiri dari dua subsistem yaitu penyimpanan dan pencarian citra. Pada subsistem penyimpanan, dilakukan proses ekstraksi fitur citra dengan menggunakan metode *Walshlet Pyramid*, *Gabor Wavelet* dan penggabungan kedua metode tersebut.

3.1. Metode Walshlet Pyramid

Sistem ini terdiri dari dua subsistem yaitu penyimpanan dan pencarian citra. Proses pada subsistem penyimpanan merupakan proses pembacaan, praproses, ekstraksi citra dengan metode *Walshlet Pyramid*, kemudian menyimpan fitur-fitur visual citra ke dalam *database*. Proses ini dilakukan oleh admin sebelum *user* melakukan proses pencarian citra. Kemudian dilakukan proses ekstraksi fitur seperti warna dan tekstur. Hasil dari ekstraksi fitur ini disimpan ke dalam *database* beserta informasi-informasi lain yang diperlukan mengenai citra.



Gambar 2. Gambar CIBR dengan metode Walshlet Pyramid

Subsistem yang kedua adalah proses pencarian citra. Proses ini diawali dengan *user* menginputkan sebuah citra sebagai *query*. Kemudian citra *query* mengalami praproses dan ekstraksi menggunakan metode *Walshlet Pyramid* sama seperti pada subsistem penyimpanan citra, sehingga diperoleh fitur citra yang sama yaitu warna dan tekstur. Fitur-fitur *query* inilah yang dibandingkan dengan fitur setiap citra yang ada di dalam *database* melalui proses *similarity*. Hasil dari proses *similarity* adalah sejumlah citra dengan nilai *similarity* masing-masing. Nilai inilah yang diurutkan pada proses perankingan yaitu dari nilai *similarity* terbesar hingga terkecil. Sehingga citra *hasil* yang ditampilkan terurut berdasarkan tingkat kemiripannya. Semakin besar nilai *similarity* maka citra yang dihasilkan semakin mirip dengan citra *query*. Proses pada Transformasi *Walshlet*, secara lebih jelas dideskripsikan sesuai dengan Gambar 2 dan penjelasan tahap metodenya sesuai dengan Gambar 3. Dimana tahapan metode Walshlet yaitu [2] :

1. Terapkan transformasi *Walsh* ukuran $N \times N$ terhadap citra ukuran $N \times N$ untuk mendapatkan citra hasil transformasi *Walsh* digunakan pendekatan komponen (wA), horisontal (wH), vertikal (wV) dan diagonal (wD).

$$w_{N \times N} = [wA, wH, wV, wD] = [W_{N \times N}] [I_{N \times N}] [W'_{N \times N}] \dots \dots \dots (1)$$
2. Ganti horisontal (wH), vertikal (wV) dan diagonal (wD) komponen dengan nol untuk mendapatkan citra Walsh 'mwl' yang dimodifikasi.

$$mw_{N \times N} = [wA, Zero, Zero, Zero] \dots \dots \dots (2)$$
3. Terapkan Walsh invers transformasi pada gambar Walsh dimodifikasi

$$m'wl_{N \times N} = [W'_{N \times N}] [mwl_{N \times N}] [W_{N \times N}] \dots \dots \dots (3)$$

4. Untuk mendapatkan *Down-sample* hasil tahap 3 ($m'wl$) dengan mengambil alternatif baris dan kolom untuk mendapatkan gambar dengan ukuran $N/2 \times N/2$.

$$dwl_{N/2 \times N/2} = \text{downsample}(m'wl_{N \times N}) \dots \dots \dots (4)$$

5. Terapkan transformasi Walsh $N/2 \times N/2$ ukuran pada gambar *Down-sample* ($dwl_{N/2 \times N/2}$) untuk mendapatkan Walshlet tingkat-1.

$$\text{Walshlet Level 1} = [W_{N/2 \times N/2}] [dwl_{N/2 \times N/2}] [W'_{N/2 \times N/2}] \dots \dots \dots (5)$$

Ulangi langkah 2 sampai 5 pada Walshlet tingkat 1 untuk mendapatkan Walshlet level 'P'.

3.2. Metode Gabor Wavelet

Metode *Gabor Wavelet* yang telah diimplementasikan dan menghasilkan suatu sistem CBIR dengan ilustrasi sistem sesuai dengan Gambar 4. Sistem ini terdiri dari dua subsistem yaitu penyimpanan dan pencarian citra. Secara umum proses yang dilakukan pada subsistem penyimpanan dan pencarian pada metode *Gabor Wavelet* sama dengan metode *Walshlet Pyramid*, perbedaannya hanya pada tahap ekstraksi fitur. Proses ekstraksi fitur menggunakan metode *Gabor Wavelet* untuk mendapatkan fitur tekstur dimana tahapan sistem sesuai dengan Gambar 4 dan tahapan metode *Gabor Wavelet* sesuai dengan Gambar 5.

Gabor Wavelet merupakan salah satu algoritma yang digunakan dalam pemisahan ciri. *Algoritma Gabor* ditemukan oleh Gabor pada tahun 1946 [3]. Fungsi *Gabor* didefinisikan sebagai berikut.

1. Gabor Satu Dimensi (Gabor 1-D)

Fungsi Gabor pada awalnya didefinisikan pada satu dimensi sesuai dengan Persamaan 6.

$$W_g(t, \sigma, \eta) = \frac{1}{\sqrt[4]{\sigma^2 \cdot \pi}} \exp\left(\frac{-t^2}{2 \cdot \sigma^2}\right) \exp(i \cdot 2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot t) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

t : waktu

σ : standar deviasi dari *Gaussian Envelope*

2. Gabor Dua Dimensi (Gabor 2-D)

Gabor dua dimensi dikembangkan oleh Daugman pada tahun 1980 yang dirumuskan pada Persamaan 7.

$$G(x, y, \theta, u, \sigma) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sigma^2} \exp\left\{-\frac{x^2 + y^2}{2 \cdot \sigma^2}\right\} \exp\{2 \cdot \pi \cdot i(u \cdot x \cdot \cos \theta + u \cdot y \cdot \sin \theta)\} \dots \dots (7)$$

Keterangan :

$i = \sqrt{-1}$

u : frekuensi gelombang *sinusoidal*

θ : *control* terhadap orientasi dari fungsi *Gabor*

σ : standar deviasi dari *Gaussian Envelope*

x, y : koordinat dari tapis *Gabor*

Persamaan 6 dibentuk dari dua komponen, yaitu *Gaussian envelope* dan gelombang *sinusoidal* dalam bentuk kompleks. Fungsi *Gaussian* dari persamaan 8 ditunjukkan oleh Persamaan 9.

$$\hat{g}(x, y) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sigma^2} \exp\left\{\frac{x^2 + y^2}{2 \cdot \sigma^2}\right\} \dots \dots \dots (8)$$

Sedangkan, gelombang *sinusoidal* pada Persamaan 2 ditunjukkan oleh Persamaan 4.

$$s(x, y) = \exp\{i(2 \cdot \pi(u \cdot x \cdot \cos \theta + u \cdot y \cdot \sin \theta))\} \dots \dots \dots (9)$$

Dari fungsi gelombang *sinusoidal* ini didapat dua fungsi terpisah yang dinyatakan dalam bagian *real* dan *imaginer* dari fungsi kompleks Persamaan 9.

$$\begin{aligned} \text{Re}(s(x, y)) &= \cos\{2.\pi(u.x.\cos\theta + u.y.\sin\theta)\} \\ \text{Im}(s(x, y)) &= \sin\{2.\pi(u.x.\cos\theta + u.y.\sin\theta)\} \end{aligned} \dots\dots\dots(10)$$

Pada kenyataannya, fungsi *Gabor* $G(x, y, \theta, u, \sigma)$ dengan beberapa parameter khusus ditransformasikan menjadi tapis *gabordiskrit* $G[x, y, \theta, u, \sigma]$. Untuk membuat tapis *Gabor* tersebut lebih peka terhadap berbagai tingkat kecerahan gambar, maka tapis *Gabor* dijadikan zero DC (*Direct Current*) dengan menormalisasinya menggunakan Persamaan 11.

$$\tilde{G}[x, y, u, \sigma] = G[x, y, \theta, u, \sigma] - \frac{\sum_{i=-n}^n \sum_{j=-n}^n [i, j, \theta, u, \sigma]}{(2n+1)^2} \dots\dots\dots(11)$$

$(2n+1)^2$ adalah ukuran dari tapis *Gabor*. Pada kenyataannya, bagian *imaginer* dari tapis *Gabor* secara otomatis memiliki zero DC karena ukuran tapis yang ganjil. Perlu diperhatikan bahwa kesuksesan tapis *Gabor* tergantung dari pemilihan dari parameter θ, u, σ untuk tapis tersebut.

3.3. Metode Penggabungan

Sistem ini terdiri dari dua subsistem yaitu penyimpanan dan pencarian citra. Proses pada subsistem penyimpanan merupakan proses pembacaan, praproses, ekstraksi citra dengan metode *Walshlet Pyramid* dan *Gabor Wavalet*, kemudian menyimpan fitur-fitur citra ke dalam *database*. Proses ini dilakukan oleh admin sebelum *user* melakukan proses pencarian citra. Kemudian dilakukan proses ekstraksi fitur tekstur. Hasil dari ekstraksi fitur ini disimpan ke dalam *database* beserta informasi-informasi lain yang diperlukan mengenai citra.

Subsistem yang kedua adalah proses pencarian citra. Proses ini diawali dengan *user* menginputkan sebuah citra sebagai *query*. Kemudian citra *query* mengalami praproses dan ekstraksi menggunakan *Walshlet Pyramid* dan *Gabor Wavelet* sama seperti pada subsistem penyimpanan citra, sehingga diperoleh fitur citra yang sama yaitu fitur warna dan tekstur. Fitur-fitur *query* inilah yang dibandingkan dengan fitur-fitur setiap citra yang ada di dalam *database* melalui proses *similarity*. Hasil dari proses *similarity* adalah dua buah nilai *distance* yaitu *distance* dengan metode *Walshlet Pyramid* dan *distance* dengan metode *Gabor Wavelet*. *Distance* tersebut akan diproses dengan menggunakan Persamaan 12. Nilai inilah yang diurutkan pada proses perangkingan yaitu dari nilai *similarity* terbesar hingga terkecil. Sehingga citra hasil yang ditampilkan terurut berdasarkan tingkat kemiripannya. Semakin besar nilai *similarity* maka citra yang dihasilkan semakin mirip dengan citra *query*.

$$Dis = \alpha * DisWalshlet + \beta * DisGabor \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

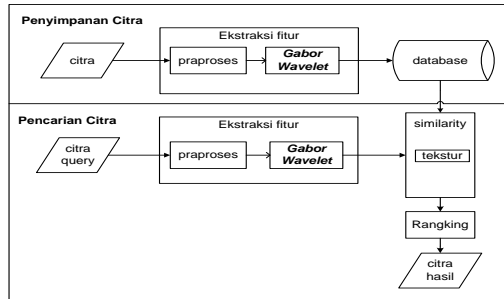
- Dis* : *distance* dari citra
- DisWalshlet* : *distance* citra dengan metode *Walshlet Pyramid*
- DisGabor* : *distance* citra dengan metode *Gabor Wavelet*
- $\alpha = 0,5$
- $\beta = 0,5$

3.4. Corralation Distance

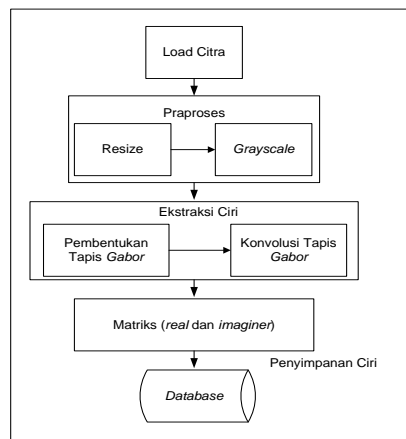
Korelasi digunakan untuk mengukur kecepatan perubahan diantara piksel dari dua citra. korelasi menghasilkan nilai berkisar antara -1 ke 1, dimana nilai -1 mengindikasikan citra saling berlawanan satu sama lain dan nilai 1 mengindikasikan citra-citra yang sama [5]. Korelasi antara citra x dan y sesuai dengan Persamaan 13.

$$d(X, Y) = -r(X, Y)$$

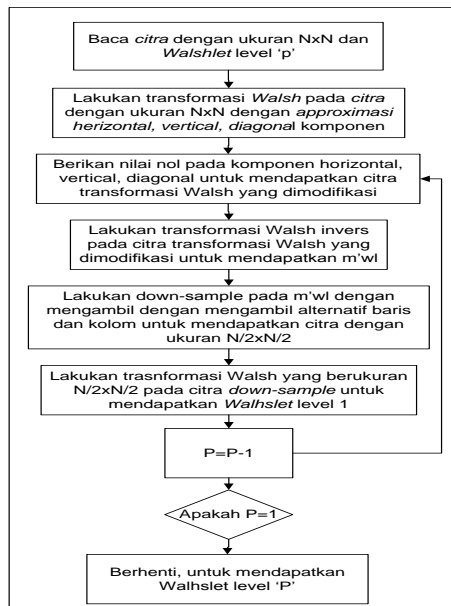
$$r(X, Y) = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)} \dots\dots\dots(13)$$



Gambar 3. Gambar CIBR dengan metode Gabor Wavelet



Gambar 4. Gambar Metode Gabor Wavelet



Gambar 5. Tahapan Metode Walshlet Pyramid

3.5. Similarity

Pengukuran kecocokan citra didapat dari kemiripan (*similarity*) fitur *color plane* pada citra berdasarkan parameter warna dan tekstur[4]. *Similarity* dari dua citra didefinisikan dengan *Corallation Distance*.

4. Hasil dan Pembahasan

Sistem CBIR yang dihasilkan terdiri dari dua buah subsistem, yaitu subsistem penyimpanan atau *indexing* dan subsistem pencarian atau *searching*. Tampilan kedua subsistem tersebut sesuai pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Penelitian dilakukan dengan melakukan penyimpanan datanya secara bertahap, mulai dari 200, 500, 700 sampai dengan 1000 citra pada *database*. Dimana pada setiap tahap digunakan citra *query* bunga yang bukan merupakan citra latih dan citra *query* bunga yang telah dilakukan *preprocessing* blur, rotasi 15⁰ dan memperbesar ukuran citra.

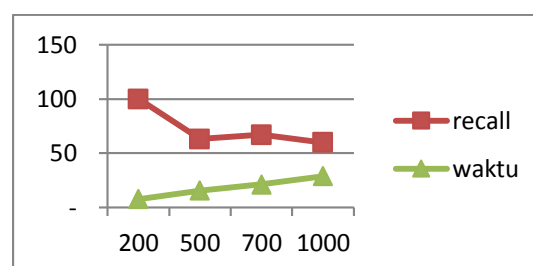
4.1. Metode Walshlet Pyramid

Pada pengujian dengan jumlah citra latih yang berbeda-beda, pengaruh jumlah data pada *database* dapat digambarkan pada Tabel 1 dan penggambaran grafik pengujian sesuai dengan Gambar 9.

Tabel 1. Hasil pengujian dengan perbedaan jumlah citra latih

Jumlah Citra Latih	Recall (%)	Waktu (detik)
200	100	7,88
500	63	15,76
700	67	21,31
1000	60	28,91

Berdasarkan pengujian dapat diketahui bahwa dengan meningkatnya jumlah citra yang tersimpan pada *database* menyebabkan meningkatnya waktu pencarian citra oleh sistem. Akan tetapi peningkatan ini tidak terlalu berpengaruh pada nilai *Recall*, nilai ini lebih dipengaruhi oleh fitur pada citra *query*.



Gambar 6. Gambar Hasil pengujian dengan perbedaan jumlah citra latih

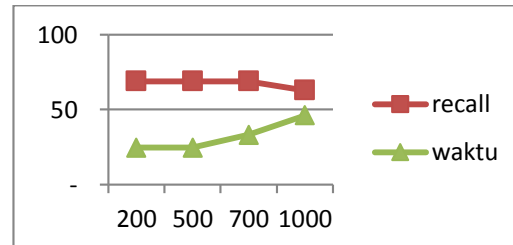
4.2. Metode Gabor Wavelet

Pada metode *Gabor Wavelet*, berdasarkan pengujian dengan jumlah citra latih yang berbeda-beda, sehingga pengaruh jumlah data pada *database* dapat digambarkan pada Tabel 2 dan Penggambaran grafik pengujian dengan jumlah citra latih yang berbeda, sesuai dengan Gambar 10.

Berdasarkan pengujian dapat diketahui bahwa dengan meningkatnya jumlah citra yang tersimpan pada *database* menyebabkan meningkatnya waktu pencarian citra dan menurunnya keakuratan citra yang ditampilkan oleh sistem. Peningkatan waktu pencarian citra dapat terlihat pada kurva adanya peningkatan yang linier.

Tabel 2. Hasil pengujian dengan perbedaan jumlah citra latih

Jumlah Data	Recall (%)	Waktu (detik)
200	69	24,65
500	69	24,65
700	69	33,10
1000	63	46,24



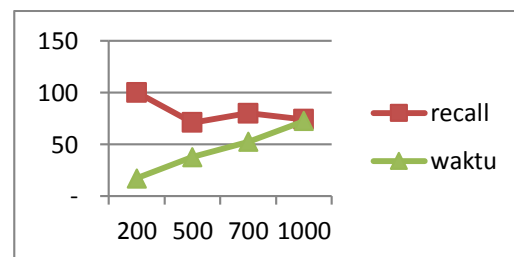
Gambar 7. Gambar Hasil pengujian dengan perbedaan jumlah citra latih

4.3. Metode Penggabungan

Pengujian dengan jumlah citra latih yang berbeda-beda pada metode penggabungan memperlihatkan pengaruh jumlah data pada *database* yang digambarkan pada Tabel 3. Penggambaran grafik pengujian dengan jumlah citra latih yang berbeda, sesuai dengan Gambar 11.

Tabel 3. Hasil pengujian citra dengan perbedaan jumlah citra latih

Jumlah Data	Recall (%)	Waktu (detik)
200	100	17,20
500	71	37,99
700	80	52,44
1000	74	72,69



Gambar 8. Gambar Hasil pengujian dengan perbedaan jumlah citra latih

Berdasarkan pengujian dapat diketahui bahwa dengan meningkatnya jumlah citra yang tersimpan pada *database* menyebabkan meningkatnya waktu pencarian citra oleh sistem. Akan tetapi peningkatan ini tidak terlalu berpengaruh pada nilai *Recall*.

4.4. Hasil pengujian

Setelah dilakukan analisa untuk setiap metode yang digunakan, penjelasan berikutnya menunjukkan hasil penelitian dengan membandingkan ketiga metode dengan perbedaan jumlah citra latih yang tersimpan pada *database*.

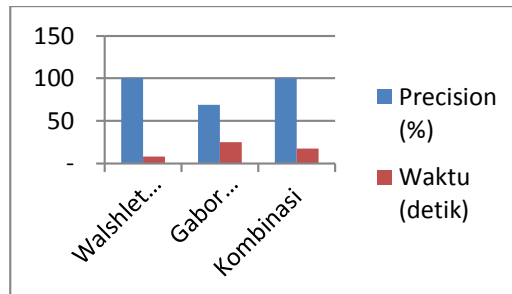
Analisis pengujian diawali dengan sistem yang menyimpan 200 citra pada *database*. Hasil pengujian sesuai dengan Tabel 4. Performansi sistem untuk menganalisis metode berdasarkan *Recall* dan waktu pencarian citra dengan 200 citralatih yang tersimpan pada *database* ditunjukkan pada Gambar 12. Pengujian dengan 200 citra latih memberikan informasi bahwa metode *Walshlet Pyramid* dan penggabungan memberikan hasil terbaik karena dapat menampilkan seluruh citra yang relevan. Berdasarkan waktu pencarian, metode *Walshlet Pyramid* membutuhkan waktu pencarian yang paling singkat yaitu 7,8 detik.

Analisis pengujian dilakukan terhadap sistem yang menyimpan 500 citra latih pada *database*. Hasil pengujian sesuai dengan Tabel 5. Performansi sistem untuk menganalisis metode berdasarkan *Recall* dan waktu pencarian citra dengan 500 citralatih yang tersimpan pada *database* ditunjukkan pada Gambar 13.

Pengujian dengan 500 citra latih memberikan informasi bahwa secara keseluruhan performansi sistem menurun, baik dalam menampilkan citra yang relevan ataupun waktu pencarian citra. Hal ini disebabkan oleh semakin bertambah jumlah citra latih semakin beragam pula citra yang tersimpan dan semakin lama pula waktu yang diperlukan untuk pencarian citra. Pengujian ini juga memberikan informasi bahwa metode penggabungan memberikan hasil terbaik dalam pencarian citra akan tetapi waktu yang digunakan lebih besar dibandingkan dengan kedua metode yang lain.

Tabel 4. Tabel hasil pengujian 200 citra

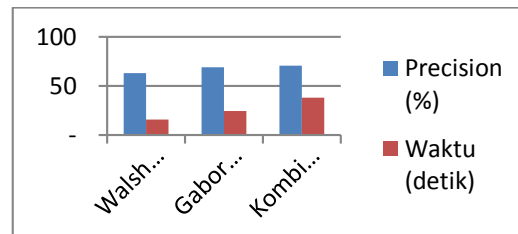
Metode	Recall (%)	Waktu (detik)
Walshlet Pyramid	100	7,88
Gabor	69	24,65
Kombinasi	100	17,20



Gambar 9. Hasil pengujian dengan 200 citra latih

Tabel 5. Tabel hasil pengujian 500 citra latih

Metode	Recall (%)	Waktu (detik)
Walshlet Pyramid	63	15,76
Gabor	69	24,65
Kombinasi	71	37,99

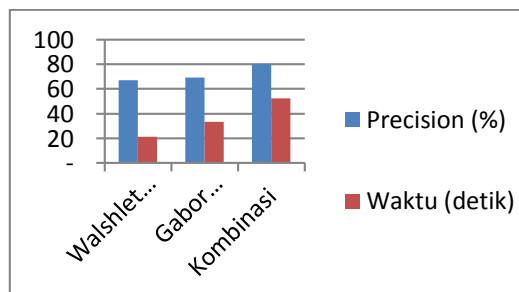


Gambar 10. Hasil pengujian 500 citra latih

Analisis pengujian berikut merupakan pengujian dengan 700 citra latih yang tersimpan pada sistem. Hasil pengujian sesuai dengan Tabel 6. Performansi sistem untuk menganalisis metode berdasarkan Recall dan waktu pencarian citra dengan 700 citralatih yang tersimpan pada database ditunjukkan pada Gambar 14.

Tabel 6. Tabel hasil pengujian 700 citra latih

Metode	Recall (%)	Waktu (detik)
Walshlet Pyramid	67	21,13
Gabor	69	33,10
Kombinasi	80	52,44



Gambar 11. Hasil pengujian citra dengan 700 citra latih

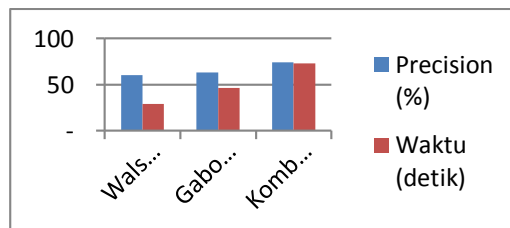
Secara keseluruhan pengujian dengan 700 citra latih diketahui bahwa perbedaan performansi antara satu metode dengan metode lain cukup signifikan. Metode penggabungan memberikan hasil terbaik dengan nilai *Recall* 80% akan tetapi waktu yang diperlukan juga cukup lama yaitu 52 detik.

Pembahasan berikut merupakan pembahasan dengan pengujian pada sistem dengan 1000 citra latih yang tersimpan pada *database*. Hasil pengujian sesuai dengan Tabel 7. Performansi sistem untuk menganalisis metode berdasarkan *Recall* dan waktu pencarian citra dengan 1000 citralatih yang tersimpan pada *database* ditunjukkan pada Gambar 15.

Metode kombinasi menghasilkan nilai *Recall* paling tinggi pada pengujian ini. Waktu pencarian yang diperlukan oleh metode ini juga cukup tinggi yaitu selama 72 detik atau lebih dari 1 menit. Hal ini disebabkan karena banyaknya jumlah citra yang dibandingkan disamping waktu untuk mengekstrak fitur citra *query* yang dicocokkan dengan fitur citra latih pada *database*.

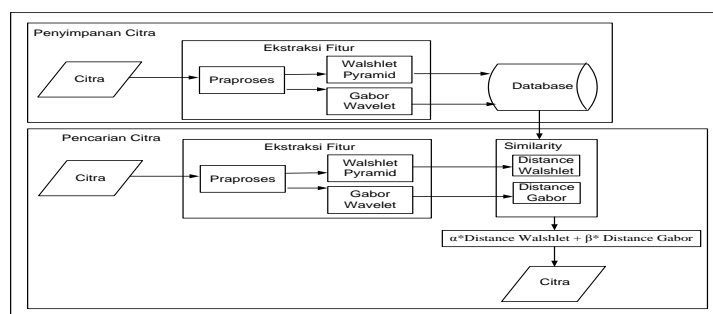
Tabel 7. Tabel hasil pengujian

Metode	Recall (%)	Waktu (detik)
Walshlet Pyramid	60	28,91
Gabor	63	46,24
Kombinasi	74	72,69

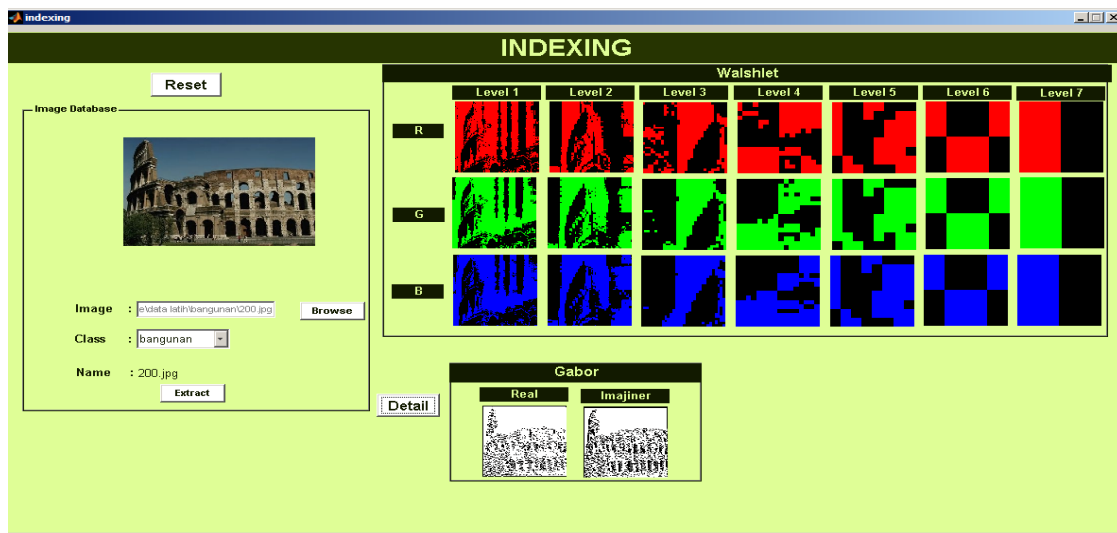


Gambar 12. Hasil pengujian dengan 1000 citra latih pada database

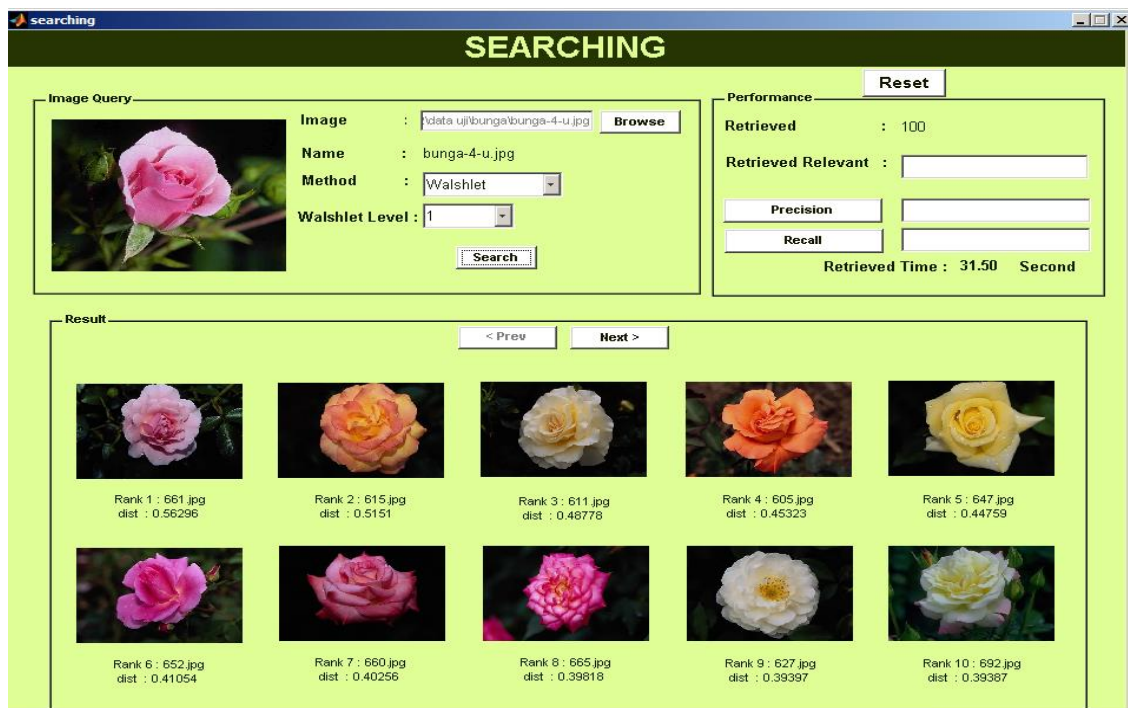
Setelah seluruh pengujian telah dilakukan, dapat dianalisis bahwa Jumlah data yang tersimpan pada *database* berpengaruh pada lamanya waktu pencarian citra, semakin bertambahnya jumlah data semakin lama waktu yang digunakan untuk pencarian citra. Nilai *Recall* lebih dipengaruhi oleh citra *query* yang digunakan. Semakin mirip citra *query* dengan citra yang disimpan pada *database* semakin tinggi nilai *Recall*. Pada metode *Walshlet Pyramid* merupakan metode dengan fitur warna dan tekstur sehingga untuk preprocessing yang mengubah warna dan tekstur, seperti *blur*, *rotasi* dan *skala*, berpengaruh terhadap nilai *Recall*. Sedangkan, metode *Gabor Wavelet*, citra dengan preprocessing *rotasi* ataupun *skala* lebih berpengaruh terhadap nilai *Recall* hal ini disebabkan metode ini merupakan metode yang mengambil fitur tekstur dari citra. Akan tetapi, secara keseluruhan metode penggabungan memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan metode *Walshlet Pyramid* dan *Gabor Wavelet*.



Gambar 13. Gambar CIBR dengan metode Penggabungan



Gambar 14. Gambar Subsistem Indexing



Gambar 15. Gambar Subsistem Searching

5. Kesimpulan

Implementasi dari sistem dengan menggunakan metode *Walshlet Pyramiddan Gabor Wavelet* untuk mendapatkan fitur citra pada penerapannya dalam *Content-Based Image Retrieval* dimulai dengan melakukan *preprocessing* pada citra untuk mendapatkan *color-plane* dan *gray-plane*, selanjutnya citra tersebut dilakukan ekstraksi fitur dengan metode *Walshlet Pyramiddan Gabor Wavelet*. Fitur tersebut kemudian disimpan pada *database* Matlab dengan file berekstensi *.mat. Fitur yang tersimpan pada *database* inilah yang akan dicocokkan dengan fitur citra *query* pada tahap pencarian citra. Penggabungan metode *Walshlet Pyramiddan Gabor Wavelet* diterapkan pada subsistem *searching*, nilai *distance* yang menunjukkan kemiripan antara citra yang tersimpan pada *database* dengan citra *query* yang diperoleh dengan metode *Walshlet*

Pyramid dan *Gabor Wavelet* inilah yang digabungkan untuk meningkatkan jumlah temu kembali citra yang *relevan*.

Pengujian pada sistem *Content-Based Image Retrieval* dengan ekstraksi fitur menggunakan metode *Walshlet Pyramid*, *Gabor Wavelet* dan penggabungannya menunjukkan bahwa nilai *recall* terbaik dihasilkan pada metode penggabungan, dimana rata-rata 81% citra dapat ditemukan kembali. Penggunaan metode *Walshlet Pyramid* menunjukkan rata-rata 73% citra dapat ditemukan kembali, sedangkan rata-rata 68% citra dapat ditemukan kembali dengan menggunakan metode *Gabor Wavelet*. Metode penggabungan *Walshlet Pyramid* dengan *Gabor Wavelet* yang dihasilkan dapat menampilkan citra yang sesuai lebih baik daripada metode *Walshlet Pyramid* dan *Gabor Wavelet* akan tetapi waktu yang diperlukan dalam pencarian citra lebih lama. Sehingga, pada sistem *Content-Based Image Retrieval* yang mengutamakan singkatnya waktu dalam pencarian citra lebih baik menggunakan metode *Walshlet Pyramid* akan tetapi untuk sistem yang mengutamakan kesesuaian citra dapat menggunakan metode penggabungan.

Daftar Pustaka

- [1] Setia Wirawan. Content based Image Information Retrieval. Seminar Ilmiah Nasional Komputasi dan Sistem Intelijen (KOMMIT). Depok. 2004.
- [2] Kekre, H.BSudeep, D Thepade. Image Retrieval Using Color-Texture Extracted from Walshlet Pyramid. *ICGST International Journal on Graphics, Vision and Image Processing (GVIP)*, 2010, Volume (10), 13-23.
- [3] Putra, Darma. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Penerbit Andi. 2010 : 150-155.
- [4] Made Ayau ArySutrisndewi. Analisis dan Implementasi Image Retrieval Menggunakan Stochastic Paintbrush Transformation (SPT). Bandung : Institut Teknologi Telkom; 2008.
- [5] Yaniar Setya Nimas. Perbandingan Ukuran Jarak pada Proses Pengenalan Wajah Berbasis Principal Component Analysis (PCA). Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember; 2011.