

Pencarian Citra Menggunakan Metode Transformasi *Wavelet* dan Metrika Histogram Terurut

Ida Bagus K. Widiartha, I Gede Pasek Suta Wijaya

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram

Email :widyakominfo@yahoo.com; gdepasek@yahoo.com

Abstrak

Pencarian citra merupakan proses pencocokan antara ciri-ciri citra query dengan ciri-ciri citra target (citra pustaka). Pencarian citra merupakan materi yang sangat menarik karena banyak digunakan oleh pihak-pihak yang memerlukan seperti galeri-galeri seni dan kepolisian. Paper ini menjelaskan tentang suatu teknik yang digunakan untuk melakukan pencarian citra dari setumpukan citra, teknik yang dimaksud adalah teknik histogram *wavelet* terurut. Teknik ini merupakan pengembangan teknik pencarian citra sebelumnya dengan menerapkan teknik histogram pada koefisien hasil transformasi *wavelet* untuk menentukan ciri-ciri citra. Pengujian dilakukan dengan hanya menyalakan aplikasi pencarian pada komputer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode memberikan hasil yang memuaskan dengan tingkat kesuksesan pencarian rata-rata 100% untuk citra Asli, 99,83% untuk citra Blur, 90,25% untuk citra tepi dengan 73,57% untuk citra berderau 50% *salt & paper* dan waktu pencarian dengan kisaran 0.2 detik

Kata kunci : pencarian citra, *wavelet*, histogram, ciri-ciri citra, citra query dan pustaka.

Abstract

Image retrieval was a matching process between feature of query image and feature of target image. Image retrieval was a very interesting project because many institutions such as artistic gallery and police used it. This paper explained about image retrieval method that was used to retrieve image from a collection of images. The method was sorted wavelet histogram. The method was a result of development of previous image retrieval which implements histogram to wavelet transforms coefficients for feature extraction. The retrieval application just runs in the computer when the test was carried out. The result showed that this method gave good performance which the average of succeed rate was 100% for original image, 99,83% for the image of Blur, 90,25% for edge image and 73,57% for the 50% salt & paper noise image and the querying time is about 0.2 second.

Keywords: *image retrieval, wavelet, histogram, image feature, query and target image.*

Pendahuluan

Banyak lembaga yang berkaitan/ berhubungan dengan citra, seperti galeri, museum dan institusi kepolisian, yang memiliki banyak citra sehingga membutuhkan suatu sistem pengelolaan yang efektif, efisien, dengan biaya murah. Institusi kepolisian sebagai lembaga penegak hukum misalnya, memiliki banyak citra sidik jari dan wajah sangat memerlukan suatu sistem pengelolaan yang efektif dan efisien, sehingga dalam proses identifikasinya menghasilkan hasil yang akurat dan memerlukan waktu yang pendek. Salah satu sistem pengelolaan data citra yang banyak digunakan adalah sistem basis data citra (*image data base*). Sistem ini memiliki kelemahan-kelemahan antara lain memerlukan ruang penyimpanan yang besar dan sistem pencariannya (*query*) rumit. Untuk mengatasi kendala ruang penyimpanan

yang besar digunakan teknik kompresi, sedangkan untuk pencarian yang rumit diperlukan teknik-teknik tertentu dalam pencarian dan pengenalannya.

Pencarian suatu citra merupakan proses pencocokan antara ciri-ciri citra yang dicari (citra *query*) dengan ciri-ciri citra target yang ada dalam basis data (citra *pustaka*). Faktor yang menyebabkan proses pencocokan citra menjadi sulit/rumit adalah citra *query* telah mengalami perubahan informasi, seperti citra *query* telah mengalami pergeseran warna, penurunan resolusi, berderau, dan proses perekaman yang kurang sempurna. Intisari dari pencarian suatu citra adalah proses pengenalan suatu objek dengan menggunakan berbagai metode dimana dalam proses pengenalannya memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Memiliki tingkat akurasi yang tinggi mengandung pengertian bahwa suatu objek yang secara manual (oleh manusia) tidak dapat dikenali tetapi bila menggunakan salah satu metode yang diaplikasikan pada komputer masih dapat dikenali atau dicari.

Catatan: Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2006. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Elektro volume 6, nomor 2, September 2006.

Begitu banyak metode telah digunakan dalam menangani pencarian citra, salah satunya adalah menggunakan *wavelet* sebagai *preprocessing*-nya. Penelitian ini merupakan pengembangan penelitian-penelitian sebelumnya kearah penerapan transformasi *wavelet* dengan menggunakan metode histogram *wavelet* terurut. Dengan metode ini diharapkan diperoleh pencarian yang cepat dan akurat, karena dengan transformasi *wavelet* ciri-ciri citra diekstraksi kemudian diurutkan lagi ciri-ciri tersebut untuk mendapatkan ciri-ciri yang signifikan dan akhirnya dicari histogramnya. Histogram ini kemudian yang dipakai sebagai dasar pencocokannya, sehingga data yang dicocokkan relatif sedikit yang menyebabkan waktu query menjadi pendek.

Tinjauan Pustaka

Pencarian/*query* citra dari setumpukan citra yang sangat banyak yang disimpan dalam suatu sistem basis data tanpa pengindeksan merupakan sesuatu tantangan, karena citra merupakan data dua-dimensi, sehingga dalam penyimpanannya memerlukan ruang yang sangat besar dan memerlukan banyak memori dalam pemrosesan *query*-nya. Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pencarian citra antara lain pencarian citra berbasis histogram warna[1], pencarian citra dengan teknik multiresolusi dengan memanfaatkan ciri-ciri tepi suatu citra, pencarian citra dengan memanfaatkan warna, tekstur dan bentuk citra yang dikenal dengan metode QBIC (*Query By Image Content*), pencarian citra didasarkan pada rupa (*appearance*)[2], pencarian citra dengan menggunakan metode dekomposisi *wavelet*[3][4], dan pencarian citra berbasis *discrete cosine transform (DCT)* dan metrika Lq[5].

Pencarian citra berdasarkan pada histogram warna, dimana mekanisme pencariannya adalah setiap citra dihitung histogram warnanya untuk mengetahui banyaknya komponen warna yang muncul dalam citra tersebut. Kemudian histogram warna citra *query* diiriskan dengan histogram warna citra dalam basis data citra untuk mengetahui banyaknya titik (*pixels*) dalam model histogram tersebut yang telah ditemukan dalam citra sebagai tingkat kemiripan antara kedua citra tersebut. Metode ini juga melakukan pengindeksan berdasarkan warna untuk mempercepat akses terhadap ciri-ciri citra[1].

Metode pencarian citra dengan teknik multiresolusi dengan memanfaatkan ciri-ciri tepi suatu citra diperkenalkan oleh Hirata dan Kato (1992)[2], teknik ini dikenal dengan QVE (*Query By Visual Example*) dan W. Niblack dkk. (1993)[2] memanfaatkan

warna, tekstur, dan bentuk citra untuk melakukan pencocokan citra dalam proses pencarian citra. Metode ini disebut dengan QBIC (*Query By Image Content*) dan telah dimanfaatkan oleh IBM untuk membangun perangkat-lunak pencarian citra yang bersifat komersial. Dalam perangkat-lunak ini *user* dapat membuat *query* berdasarkan pada berbagai variasi perbedaan atribut visual seperti komposisi warna dan ciri-ciri bentuk.

S. Ravela dkk. (1996)[2] memperkenalkan proses pencarian citra didasarkan pada rupa (*appearance*). Citra *query* dibangun berdasarkan bagian-bagian tertentu citra. Citra yang diambil dari basis data diurut berdasarkan tingkat kemiripan dengan citra *query*. Dalam teknik ini digunakan tapis (*filter*) yang diperoleh dari turunan Gaussian. Tapis ini berguna dalam menghitung tingkat kemiripan antara citra *query* dengan citra pustaka. Metode ini masih tetap efektif walaupun telah terjadi perubahan skala yang cukup besar terhadap ukuran citra *query*.

Jacob dkk. (1995)[3][4] membangun sebuah metode pencarian citra dengan menggunakan metode dekomposisi *wavelet*. Ciri-ciri suatu citra disebut dengan *signature* dengan memilih koefisien-koefisien hasil alihragam *wavelet* yang memiliki magnitudo terbesar. Sedangkan tingkat kemiripan citra *query* dengan citra pustaka dihitung dengan sebuah metrika citra multiresolusi. Metrika ini memberikan sebuah nilai yang menyatakan tingkat kemiripan antara citra *query* dengan citra pustaka. Citra pustaka yang memberikan nilai paling kecil berarti citra tersebut paling mirip dengan citra *query*.

Dharma Putra (2000)[2] membangun suatu metode pencarian citra dengan menggunakan metode dekomposisi *wavelet*. Metode ini mirip dengan metode yang diperkenalkan oleh Jacob dkk. (1995)[3][4] perbedaannya terletak pada sistem ruang warna dan jenis *query* yang digunakan, yaitu sistem ruang warna RGB, YIQ dan HSV dengan 5 jenis *query* dipakai oleh Jacob dkk. dan sistem ruang warna CIELUV, RGB dan YIQ dengan 37 jenis *query* digunakan oleh Dharma Putra.

Sugeng (2004)[5] juga membangun suatu metode pencarian citra dengan menggunakan metode *discrete cosine transform (DCT)* dan metrika Lq sebagai metode pencocokannya. Ciri-ciri suatu citra disebut dengan *signature* dimana hasil dari alihragam DCT menunjukkan bahwa pada koefisien DC (pada koordinat 0,0) menyimpan kandungan informasi terbesar sebagai daya spektral dari keseluruhan intensitas citra. Sedangkan tingkat kemiripan citra

query dengan citra pustaka dihitung dengan metrika Lq. Metrika ini memberikan sebuah nilai yang menyatakan tingkat kemiripan antara citra query dengan citra pustaka. Citra pustaka yang memberikan nilai paling kecil berarti citra tersebut paling mirip dengan citra query.

Transformasi Wavelet Diskrit

Transformasi wavelet diskrit merupakan pentransformasian sinyal diskrit menjadi koefisien-koefisien wavelet yang diperoleh dengan cara menapis sinyal menggunakan dua buah tapis yang berlawanan[6][7]. Kedua tapis yang dimaksud adalah :

1. Tapis pererata atau penyekala atau disebut tapis lolos rendah (*low pass filter, LPF*) dan
2. Tapis detil atau tapis lolos tinggi (*high pass filter, HPF*).

Tapis lolos rendah mewakili fungsi basis (fungsi penyekala), sedangkan tapis detil mewakili wavelet. Untuk mempermudah penamaan, ditetapkan tanggapan impuls tapis $hk = ck$ dan $gk = dk$ dimana ck dan dk hanya menyatakan koefisien-koefisien keluaran transformasi wavelet yaitu koefisien aproksimasi (keluaran tapis *low-pass*) dan koefisien detil (keluaran tapis *high-pass*) berturut-turut. Oleh karena itu, penapisan dua kanal ini dapat diekspresikan dengan :

$$c_i = \sum_k h_k x_{2i-k} \tag{1}$$

$$d_i = \sum_k h_k x_{2i-k} \tag{2}$$

Kedua persamaan di atas merupakan proses konvolusi diikuti *down-sampling* dengan faktor 2. Interpretasi atas persamaan diatas akan diberikan sebagai berikut. Persamaan pertama menyatakan konvolusi antara tapis *low-pass* dengan runtun sinyal diskrit yang menghasilkan *aproksimasi*. Sedangkan persamaan kedua menyatakan konvolusi antara tapis *high-pass* dengan runtun sinyal diskrit yang menghasilkan *detil* pada level j. Setelah pasangan operasi ini dilaksanakan, koefisien-koefisien tapis digeser kekanan sejauh 2 cuplik untuk mengimplementasikan desimasi dengan faktor 2. Selanjutnya bagian *aproksimasi* digunakan kembali sebagai vektor masukan pengganti sinyal. Proses ini diulangi untuk semua skala.

Transformasi Wavelet Multilevel

Secara sederhana transformasi wavelet multilevel dapat didefinisikan sebagai model transformasi wavelet diskrit yang mentransformasikan suatu data

secara berulang-ulang. Algoritma dari transformasi wavelet multilevel adalah sebagai berikut:

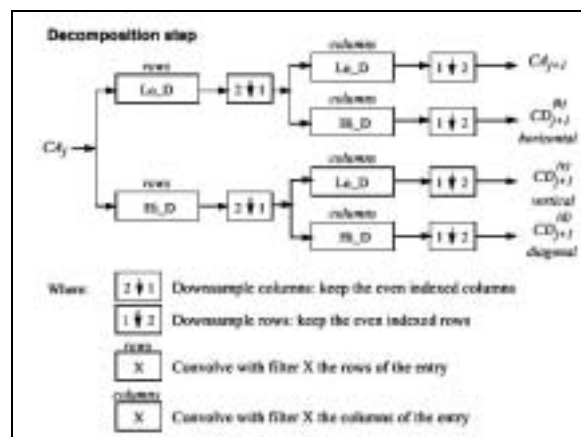
- Data mula-mula ditransformasikan menggunakan DWT, yang menghasilkan koefisien aproksimasi dan detil,
- Koefisien aproksimasi ditransformasikan lagi menggunakan DWT sehingga menghasilkan koefisien transformasi aproksimasi dan detil kedua, dan
- Jika panjang level adalah tiga maka pentransformasian dilakukan secara berulang-ulang sebanyak tiga kali (ulangi langkah 2 sampai panjang level sama dengan tiga).

Panjang level maksimum transformasi wavelet multilevel dari suatu sinyal[6] adalah sebagai berikut:

$$Level_{maks} = \frac{\ln(\text{panjang Data}/(\text{panjang Tapis}-1))}{\ln(2)} \tag{3}$$

Transformasi Wavelet 2 Dimensi

Data citra merupakan data yang berbentuk dua-dimensi, yaitu berupa matriks yang elemen-elemennya merupakan nilai piksel-piksel penyusun citra tersebut. Untuk mentransformasikan data dua dimensi dengan metode wavelet digunakan transformasi wavelet jenis 2 dimensi. Transformasi wavelet 2 dimensi merupakan penggeneralisasian transformasi pada ruang satu-dimensi (transformasi wavelet 1 dimensi). Langkah-langkah transformasi wavelet 2 dimensi dapat diilustrasikan pada Gambar 2.

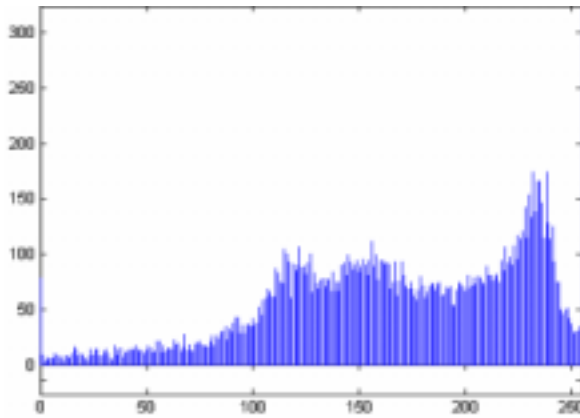


Gambar 1. Algoritma transformasi wavelet diskrit 2[6].

Histogram

Histogram merupakan suatu cara merepresentasikan data, dimana data dikelompokkan dalam bin-bin yang menunjukkan frekuensi kemunculan datanya,

sehingga data menjadi sederhana dan sangat mudah untuk mengambil informasi yang ada padanya. Sebagai contoh untuk suatu citra diperoleh histogram warna sebagai berikut.



Gambar 2. Histogram warna suatu citra

Dari Gambar di atas terlihat bahwa dalam suatu citra komponen penyusunan citra tersebut dikelompokkan atas bin-bin dengan frekuensi kemunculannya.

Histogram wavelet sedikit berbeda dengan histogram warna, jika histogram warna yang dilihat adalah frekuensi kemunculan tiap warna dalam citra tersebut, sedangkan histogram wavelet tidak lagi menunjukkan warna melainkan nilai dari koefisien transformasi citra.

Metode Pencocokan

Secara sederhana penelitian ini dapat diilustrasikan pada Gambar 3.

Sebelum proses pencarian bisa dilakukan, seluruh citra yang dimiliki harus diekstraksi ciri-cirinya dan kemudian disimpan dalam basis data citra. Pencarian dilakukan dengan memberikan contoh citra yang dicari pada program, kemudian program akan mengekstraksi ciri-ciri citra contoh (*query*). Ciri-ciri ini kemudian dicocokkan dengan ciri-ciri citra yang ada dalam basis data citra, sehingga didapatkan citra yang mempunyai ciri-ciri yang mirip dengan ciri-ciri citra *query*.

Untuk mendapatkan ciri-ciri citra dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Proses transformasi wavelet diskrit

Tahap awal dari proses pencarian citra dengan metode ini adalah proses DWT2D. Dimana hasil transformasi *wavelet* atas data citra adalah koefisien *wavelet* yang juga direpresentasikan menggunakan larik dua dimensi. Namun yang

akan digunakan dalam sistem pencarian adalah koefisien transformasi yang memiliki nilai *magnitude* terbesar.

2. Proses transformasi wavelet diskrit

Tahap awal dari proses pencarian citra dengan metode ini adalah proses DWT2D. Dimana hasil transformasi *wavelet* atas data citra adalah koefisien *wavelet* yang juga direpresentasikan menggunakan larik dua dimensi. Namun yang akan digunakan dalam sistem pencarian adalah koefisien transformasi yang memiliki nilai *magnitude* terbesar.

3. Pengurutan

Untuk mempermudah penyimpanan data koefisien hasil transformasi, maka data koefisien hasil transformasi diubah kedalam larik satu dimensi. Data yang sudah dirubah dalam larik 1 dimensi kemudian diurutkan secara menurun (*decending*) untuk mengumpulkan nilai-nilai koefisien yang signifikan.

4. Pemotongan

Pemotongan bertujuan untuk mendapatkan ciri-ciri citra yang dilakukan dengan cara memilih sebagian kecil (*m*) koefisien yang memiliki nilai *magnitude* terbesar saja, sehingga dapat mengurangi penggunaan ruang (*memori*) dan juga mempercepat proses pencocokan. Pada penelitian ini dilakukan pemotongan dengan ukuran 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192 dan 16384 data.

5. Kuantisasi

Walaupun sudah diambil sebagian kecil saja, variasi data hasil transformasi *wavelet* memang sangat tinggi sehingga perlu dilakukan kuantisasi untuk mengurangi variasi data tersebut. Dalam proses ini juga dilakukan normalisasi sehingga variasi data hanya berkisar antara 0-1 saja dengan pembulatan kebawah untuk $x \leq 0,005$ dan pembulatan keatas untuk $x \geq 0,006$.

6. Histogram

Tahap selanjutnya adalah membentuk histogram. Hasil proses kuantisasi tadi di-histogram-kan (dikelompokkan) menurut frekuensinya kemunculannya, untuk mempermudah proses pencarian karena hasil histogram disini nilainya sudah dalam bentuk vektor. Sedangkan frekuensi kemunculan maksimumnya diambil sesuai dengan jumlah sampel data yang digunakan.

7. Pencocokan

Pencocokan merupakan tahapan terakhir dari proses pencarian citra. Proses pencocokan dilakukan dengan mencari selisih antara hasil histogram citra *query* dengan hasil histogram citra pustaka. Jika selisih antara kedua hasil histogram tadi semakin kecil, maka semakin mirip kedua

citra tersebut. Namun jika selisihnya semakin besar, maka kedua citra tersebut tidak mirip dan dapat disimpulkan kalau citra yang ada pada citra pustaka itu bukanlah citra yang dicari. Berikut ilustrasi proses pencarian dengan metode histogram *wavelet* terurut.

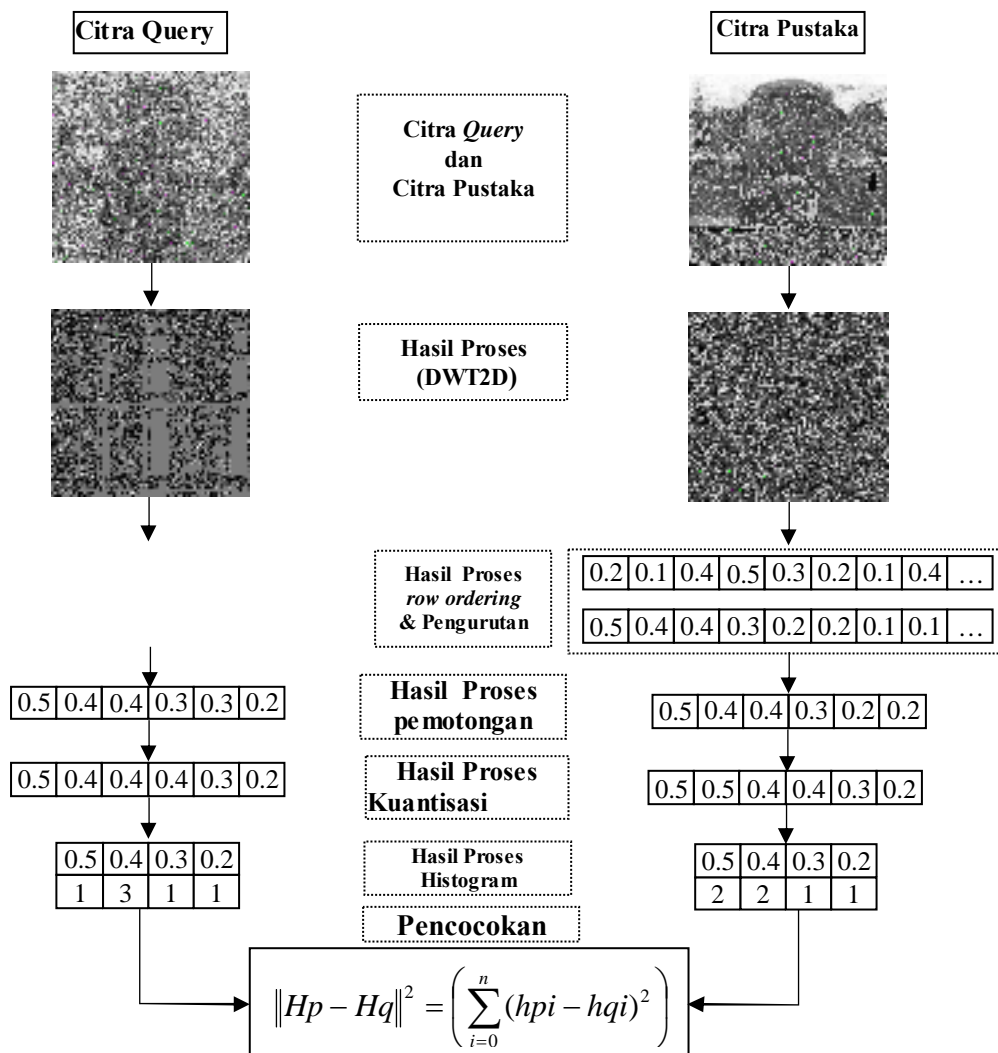
Tingkat kesuksesan hasil pencarian dihitung dengan menggunakan nilai ambang (*threshold value*) $1/N*(N-p+1)*100\%$, dengan N adalah ukuran basis data citra, p merupakan posisi atau urutan citra yang ditemukan. Ini berarti bahwa citra yang ditemukan pada urutan pertama mempunyai tingkat kesuksesan 100%, yang kedua mempunyai tingkat kesuksesan $1/N*(N-2+1)*100\%$, dan seterusnya. Sebagai contoh, ukuran basis data adalah 50 record, maka untuk citra pada urutan pertama mempunyai tingkat kesuksesan $1/50*(50-1+1)*100\% = 100\%$, kemudian 1 citra kedua memiliki tingkat kesuksesan pencarian $1/50*(50-2+1)*100\% = 98\%$, demikian seterusnya.

Sedangkan waktu pencarian ditentukan dengan menghitung waktu yang diperlukan program untuk mendapatkan citra yang dicari.

Hasil dan Pembahasan

Untuk mengetahui unjuk kerja sistem yang dibuat khususnya dalam kecepatan dan kesuksesan query, ada beberapa batasan yang digunakan dalam pengujian, yaitu:

- Citra pustaka berisi sekumpulan citra yang berjenis citra pemandangan (*nature*), citra wajah (*face*) dan citra sidik jari (*finger print*).
- Proses query dilakukan pada citra pemandangan (*nature*), citra wajah (*face*) dan citra sidik jari (*finger print*).
- Jenis *wavelet* Daubachies yang digunakan yaitu Daubachies 6 (Db6), Daubachies 8 (Db8) dan Daubachies 10 (Db10), dengan beberapa variasi *threshold*.



Gambar 3. Ilustrasi proses pencarian citra

- Jenis citra query yang digunakan adalah kabur (*blur*), sisi/tepi terjelas (*edge*) dan berderau bintik-bintik dengan kadar 50% yang selanjutnya disebut berderau.
- Jumlah data yang digunakan sebagai materi pencocokan adalah sebanyak 500.
- Pengujian dilakukan dengan hanya menjalankan/mengaktifkan program aplikasi pencarian.

Pengaruh Penggunaan Ciri-Ciri Citra

Telah dijelaskan diatas (sub bab metode pencocokan sub pemotongan) bahwa tidak semua data hasil transformasi tersebut dipakai untuk pencocokan, melainkan hanya sebagian kecil saja. Pada penelitian ini pengaruh ciri-ciri citra yang digunakan terhadap tingkat kesuksesan (TK) dan waktu query, untuk preprocessing *wavelet* Doubechis 8 diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Pengaruh pemotongan data terhadap tingkat kesuksesanan waktu query

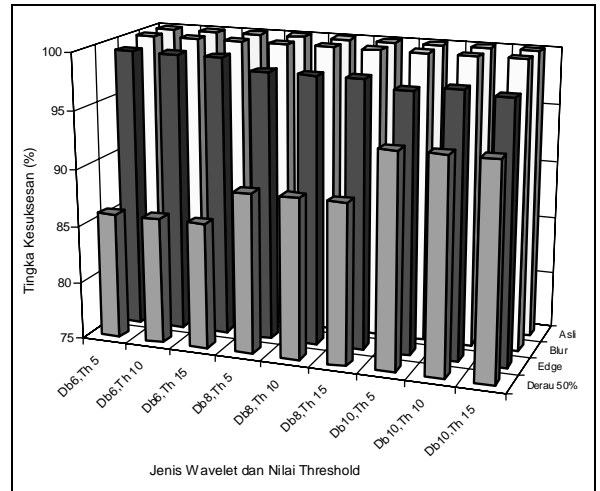
Ukuran Ciri-Ciri Citra	Tingkat Kesuksesan Query Citra (%)				
	Asli	Blur	Edge	Berderau	Waktu Qry (detik)
64	100	100	90.99	62.99	0.234
128	100	100	90.99	62.99	0.219
256	100	100	86.66	80.99	0.25
512	100	100	98.33	88.99	0.223
1024	100	100	90	85.66	0.284

Dari Tabel diatas dapat dilihat bahwa ukuran ciri-ciri citra 512 data mempunyai tingkat kesuksesan tertinggi, tetapi bukan merupakan waktu query tercepat. Tingkat kesuksesan sangat tergantung dari jumlah data yang diambil. Apa bila data yang diambil terlalu sedikit maka informasi yang didapat juga sedikit. Akan tetapi bila data yang diambil terlalu banyak (berlebih) maka banyak data yang bukan merupakan informasi ikut diolah sehingga mempengaruhi tingkat kesuksesan pencarian tersebut.

Ukuran ciri-ciri citra tidak terlalu mempengaruhi pada waktu query, karena ciri-ciri citra hanya akan mengalami proses kuantisasi dan proses pembuatan histogram yang memerlukan operasi sebanyak $O(n)$ kali dimana n adalah ukuran ciri-ciri citra.

Jenis Query Citra Wajah

Dengan menggunakan citra query jenis wajah, dan dengan merubah parameter panjang tapis (jenis *wavelet* yang digunakan), *threshold*, dan jenis citra query yang dikenakan, maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Tingkat kesuksesan query terhadap jenis *wavelet* dan tipe citra query untuk jenis citra query citra wajah

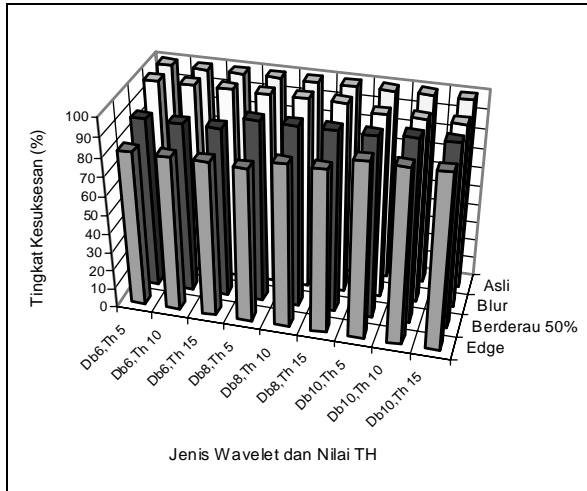
Dari garfik diatas dapat disimpulkan bahwa, Untuk panjang tapis yang sama nilai *threshold* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kesuksesan pencarian, bisa dilihat pada Db6 dengan *threshold* value yang berbeda diperoleh tingkat kesuksesan yang sama.

Nilai *threshold* merupakan batas nilai (selisih antara histogram citra query dengan citra pustaka) yang menyatakan citra query dan citra pustaka masih memiliki kemiripan. Misalnya nilai *threshold* 5 berarti apa bila selisih histogram kurang dari atau sama dengan 5 maka citra tersebut dianggap mirip, lainya tidak mirip. Makin besar nilai *threshold* makin banyak citra yang dianggap mirip, jika makin kecil nilai *threshold* makin sedikit citra yang dianggap mirip akan tetapi kemungkinan gagalnya besar. Oleh karena itu dipilih nilai *threshold* yang optimal. Ketiga nilai *threshold* diatas merupakan nilai *threshold* yang optimal.

Citra query Asli dan blur mempunyai tingkat kesuksesan yang sama disemua parameter, karena citra tersebut masih mempunyai ciri-ciri citra yang utuh (semua jenis *wavelet* cocok untuk jenis citra query model ini). Citra tepi mempunyai tingkat kesuksesan yang menurun dengan bertambahnya panjang tapis, sedangkan untuk citra berderau 50% sebaliknya. Maka dapat disimpulkan bahwa pencarian citra wajah dengan jenis citra query berderau, *wavelet* yang baik digunakan adalah DB 10, jenis citra query tepi *wavelet* yang baik digunakan adalah DB 8.

Jenis Query Citra Pemandangan

Citra pemandangan memiliki karakteristik yang sangat berbeda dengan citra wajah. Citra pemandangan cenderung lebih banyak mengandung frekuensi tinggi dibandingkan dengan citra wajah. Hasil pencarian untuk citra pemandangan dapat dilihat pada grafik berikut

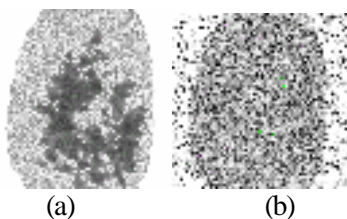


Gambar 5. Tingkat kesuksesan query terhadap jenis wavelet dan tipe citra query untuk citra pemandangan

Grafik diatas memberikan informasi bahwa pengaruh panjang tapis, nilai *threshold* sama seperti pada citra wajah. Hanya saja pada citra pemandangan tingkat kesuksesan yang relatif lebih rendah terjadi pada citra tepi dibandingkan dengan citra wajah. Hal yang khusus terjadi pada citra query dengan berderau 50% mempunyai tingkat kesuksesan yang tinggi bila menggunakan wavelet Daubechies 10 yaitu 96,66%, jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan DB6 yaitu 89,33%, yang biasanya mempunyai tingkat kesuksesan paling rendah jika dibandingkan query citra asli ataupun citra tepi. Ini menunjukkan bahwa untuk citra pemandangan (mempunyai banyak frekuensi tinggi) sangat cocok menggunakan tapis yang panjang (DB10).

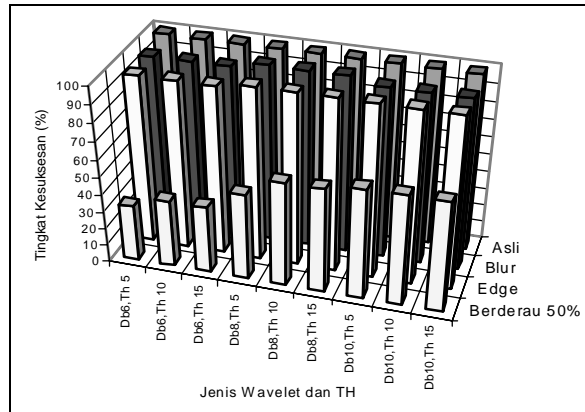
Jenis Query Citra Sidik Jari

Sebelum menyajikan hasil pengujian berikut disajikan contoh query citra sidik jari.



Gambar 6. Contoh citra query citra sidik jari, (a) blur, (b) berderau

Hasil pengujian pencarian untuk citra jenis sidik jari dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 7. Tingkat kesuksesan query terhadap jenis wavelet dan tipe citra query untuk jenis citra query citra sidik jari

Dari grafik dapat dilihat bahwa untuk *query* citra asli dapat diperoleh tingkat kesuksesan rata-rata 100%, pada distorsi jenis *blur* diperoleh tingkat kesuksesan rata-rata 99.22%, pada distorsi jenis tepi dapat diperoleh tingkat kesuksesan rata-rata 96.88% dan yang terakhir pada distorsi jenis berderau 50% diperoleh tingkat kesuksesan rata-rata 51.96%, maka dari grafik berikut dapat dinyatakan bahwa, secara umum wavelet baik digunakan sebagai pengolahan awal atau *pre-processing* dari proses pencarian citra

Dari grafik ditunjukkan juga bahwa nilai *threshold* tidak berpengaruh secara signifikan, sama seperti pada citra wajah dan pemandangan. Secara umum tingkat kesuksesan citra berderau relative lebih jelek dibandingkan dengan citra pada query citra wajah dan citra pemandangan, tetapi lebih baik pada citra tepi. Hal ini terjadi karena citra sidik jari sebenarnya merupakan citra tepi, jadi yang tersimpan dalam citra pustaka adalah citra tepi, sehingga tingkat kesuksesan menjadi tinggi pada query citra sidik untuk citra tepi.

Pada citra berderau tingkat kesuksesan turun drastis karena pada citra sidik jari sebenarnya adalah merupakan citra tepi yang dikenakan derau lagi, sehingga dapat dikatakan bahwa citra tersebut mendapat dua kali distorsi, sehingga informasi yang ada pada citra tersebut menjadi sangat sedikit. Untuk citra dengan karakteristik seperti citra sidik jari sangat cocok menggunakan tapis yang panjang (DB8 dan DB10).

Kesimpulan

Dari uraian pada bagian pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Pencarian citra dengan metode histogram *wavelet* terurut sangat baik digunakan dalam pencarian citra dengan memberikan tingkat kesuksesan rata-rata sebagai berikut:
 - 100% untuk citra *query* asli,
 - 99,83% untuk citra *query* blur,
 - 90,25% untuk citra *query* tepi dan
 - 73,57% untuk citra *query* berderau
2. Ukuran ciri-ciri citra pada metode ini sangat berpengaruh pada tingkat kesuksesan, tapi kecil sekali pengaruhnya pada waktu *query*
3. Panjang tapis sangat berpengaruh pada waktu *query*, karena akan memperpanjang waktu konvolusi.
4. Tapis yang pendek (DB6) cocok untuk jenis citra berkarakteristik seperti citra wajah (mempunyai sedikit frekuensi tinggi), sedangkan tapis yang panjang (DB8 dan DB10) cocok untuk citra yang berkarakteristik seperti citra pemandangan (mempunyai frekuensi tinggi yang banyak) dan citra sidik jari.
5. Nilai ambang selisih histogram tidak berpengaruh pada waktu pencarian, tetapi mempunyai pengaruh yang kecil pada tingkat kesuksesan.

Daftar Pustaka

- [1] Rao, Aibing, Srihari, Rohini K., Zhang, Zhongfei, *Spatial Color Histograms for Content-Based Image Retrieval*, Center of Excellence for Document Analysis and Recognition State, University New York, 1999.
- [2] Suta Wijaya, Gede Pasek, *Perbandingan beberapa Transformasi Wavelet untuk Pencarian Citra pada Basis Data Citra*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2002.
- [3] Jacob, E. Charles, Finkelstein, Adam, Salesin, David H., *Fast Multiresolution Image Querying*, Dept. Computer Science dan Engineering, University of Washington.
- [4] Stollnitz, Eric J., DeRose, Tony D., David H. Salesin, *Wavelets for Computer Graphics: Theory and Applications*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc, 1996.
- [5] Sugeng, *Pencarian Citra Dengan Metode Discrete Cosine Transform (DCT) dan Metrika Lq*, Jurusan Teknik Elektro Unram. Mataram, 2004
- [6] Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., Poggi, JM., *Wavelet Toolbox For Use with MATLAB*, The Math Works, Inc, 1997.
- [7] Graps, Amara, *An Introduction to Wavelet*, Institute of Electrical Electronics Engineers, 1995.