

PERBANDINGAN STRATEGI PELABELAN OBJEK PADA CITRA DIGITAL DENGAN METODE FLOOD FILLING

Sujito¹, Mahmud Yunus²

¹Program Studi Sistem Informasi STMIK PPKIA Pradnya Paramita
e-mail: sujito.stimata@gmail.com

²Program Studi Teknik Informatika STMIK PPKIA Pradnya Paramita
e-mail: myoenoes@gmail.com

ABSTRAK

One type of digital image processing is labeling the object to determine the number of objects in an image to be reviewed. Labeling the object in the image is the act to give a sign of the number of different objects on each object in the image. Labeling process can use the method of flooding the object region (flood filling) with an object number. The output of this research is a software application that can be used to perform simulations labeling objects in digital images by using (1) Recursive techniques; (2) approach the Depth First Search (DFS) and (3) the approach Breadth First Search (BFS). Waterfall model used for the development of such software. Based on tests performed on the entire software application can be concluded that the recursive method is the best method to label objects in a digital image, both in terms of speed and accuracy. Labeling objects using Recursive technique has an accuracy of counting the number of objects by 99%, while 68% DFS and BFS 83%. All methods have a level of accuracy that is better at recognizing all areas / regions of the object, but to the image of the complex and in large numbers, algorithms Stack (approach DFS) or Queue (approach BFS) has a weakness, namely (1) to repeat the numbers the same label for different objects and (2) the number of labels sometimes inconsistent for the same object.

Keywords: image processing, recursive techniques, depth first search, breadth first search

1. PENDAHULUAN

Istilah citra dalam bidang ilmu pengolahan citra (*image processing*), mengacu pada suatu fungsi intensitas dalam bidang dua dimensi. Pemrosesan citra menggunakan komputer membutuhkan citra digital sebagai masukannya. Citra digital merupakan suatu fungsi dengan nilai-nilai yang berupa intensitas cahaya pada tiap-tiap titik pada bidang yang telah diquantisasikan (diambil sampelnya pada interval diskrit). Titik-titik hasil *sampling* dalam suatu citra digital disebut pixel (*picture element*). Sedangkan nilai intensitas warna pada suatu pixel disebut *grayscale level*. Terdapat 5 jenis format citra digital yang umum digunakan dalam pengolahan citra, yaitu: (1) citra *Binary* 1 bit; (2) citra *Grayscale* 8 bits; (3) citra *High Color* 16 bits; (4) citra *True Color* 24 bits dan (5) citra *True Color* 32 bits. Masing-masing jenis memiliki format penyimpanan dan cara pembacaan yang berbeda-beda. Dari 5 jenis citra tersebut dapat disederhanakan pengelompokannya

menjadi 3 (tiga) jenis citra, yaitu (1) citra berwarna; (2) citra berskala keabuan (*grayscale*), dan (3) citra biner.

Pada sebuah citra yang sudah diubah ke dalam bentuk digital melalui perangkat seperti *scanner*, kamera digital, dan *handycam*, dapat dilakukan berbagai macam proses pengolahan citra (*image processing*). *Image processing* merupakan suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk 2 dimensi (Gonzalez dan Woods, 2002). Pengolahan citra digital dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya adalah representasi dan pemodelan citra, peningkatan kualitas citra, restorasi citra, analisis citra, rekonstruksi citra, kompresi citra dan deteksi tepi (*edge detection*) citra untuk proses segmentasi.

Salah satu pemrosesan citra adalah pelabelan objek untuk mengetahui jumlah objek pada citra tersebut. Pelabelan objek dalam sebuah citra merupakan tindakan untuk memberikan label berupa nomer objek yang berbeda pada setiap objek

yang ada dalam citra. Pemberian label objek pada umumnya dioperasikan pada citra biner. Objek dalam citra merupakan sekumpulan pixel dengan intensitas warna yang sama dan saling terhubung. Pada citra biner, sekumpulan pixel dengan intensitas warna 1 dan saling terhubung dapat dianggap sebagai sebuah objek dengan intensitas warna 0 sebagai latar belakangnya. Jika ketentuannya adalah bahwa nilai 0 merupakan pixel latar belakang, maka nilai 1 merupakan latar depan dan nilai 2,3, ... n adalah nomer objeknya.

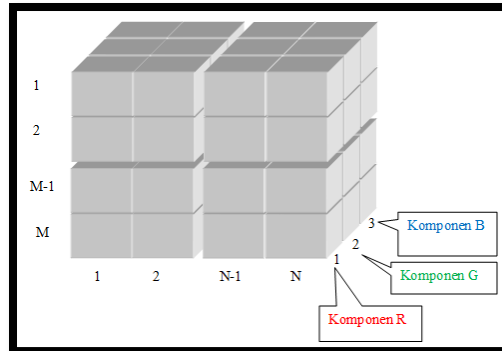
Proses pelabelan secara umum menggunakan metode pembanjiran (*flood filling*) wilayah objek dengan nomer objek. Terdapat 3 (tiga) cara untuk melakukan pembanjiran menurut Burger & Burge (2008), yaitu (1) cara rekursif; (2) penelusuran *depth first* pada struktur data tumpukan dan (3) penelusuran *breadth first* pada struktur data antrian.

Salah satu kontribusi dari penelitian ini bagi ilmu pengetahuan dan teknologi adalah terciptanya sebuah aplikasi perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai alat simulasi pelabelan objek dengan ketiga cara tersebut serta mengetahui cara mana yang menghasilkan output terbaik.

2. KAJIAN LITERATUR

Terdapat 3 (tiga) jenis citra yang umum digunakan dalam pengolahan citra digital. Ketiga jenis citra tersebut yaitu (1) citra berwarna; (2) citra berskala keabuan (*grayscale*), dan (3) citra biner. Citra berwarna, atau biasa dinamakan citra RGB, merupakan jenis citra yang menyajikan warna dalam bentuk komponen warna R (*red/merah*), G (*green/hijau*), dan B (*blue/biru*). Setiap titik atau pixel pada citra warna memiliki nilai warna yang dinyatakan dalam nilai parameter R, G dan B. Setiap parameter warna menggunakan 8 bit yang nilainya berkisar antara 0 sampai dengan 255. Berdasarkan jangkauan nilai parameter R, G dan B pada citra warna, maka kemungkinan warna yang bisa disajikan mencapai 16.777.216 warna ($256 \times 256 \times 256$). Pixel-pixel pada citra berwarna

dinyatakan dalam matrik berdimensi 3 (tiga), yaitu dimensi M baris, N kolom dan P komponen warna. Ilustrasi matrik pixel citra berwarna disajikan pada gambar 1, sedangkan nilai parameter RGB setiap pixel pada citra berwarna disajikan pada gambar 2.



Gambar 1: Ilustrasi Matrix Pixel Citra Berwarna

R: 73	R: 8	R: 0	R: 66
G: 75	G: 7	G: 5	G: 85
B: 72	B: 13	B: 13	B: 101
R: 89	R: 20	R: 0	R: 22
G: 92	G: 19	G: 1	G: 26
B: 91	B: 25	B: 11	B: 39
R: 94	R: 27	R: 5	R: 31
G: 101	G: 28	G: 8	G: 39
B: 96	B: 37	B: 12	B: 40
R: 103	R: 41	R: 18	R: 35
G: 106	G: 41	G: 14	G: 43
B: 100	B: 50	B: 17	B: 42

Gambar 2: Nilai Parameter RGB Setiap Pixel Pada Citra Berwarna

Citra berskala keabuan (*grayscale*) merupakan citra yang direpresentasikan dengan nilai gradasi dari warna hitam ke warna putih. Gradasi warna dalam citra *grayscale* menghasilkan efek warna abu-abu. Warna keabuan dinyatakan dengan nilai intensitasnya yang berkisar antara 0 sampai dengan 255. Nilai 0 menyatakan hitam pekat dan nilai 255 menyatakan putih terang. Citra biner merupakan citra yang setiap piksel dinyatakan dengan nilai 0 atau 1. Nilai 0 menyatakan warna hitam pekat dan nilai 1 menyatakan warna putih terang (tidak mengenal gradasi warna keabuan). Citra jenis ini banyak dipakai dalam pemrosesan citra tertentu, misalnya untuk kepentingan memperoleh tepi bentuk, jumlah, keliling dan luasan suatu objek dalam suatu citra. Contoh citra

berskala keabuan (*grayscale*) dan citra biner ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3: Citra Berskala Keabuan (Grayscale)

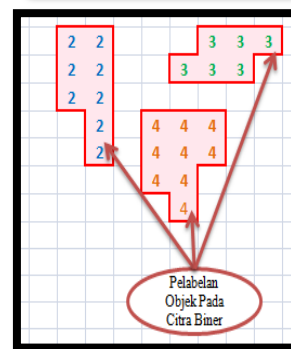
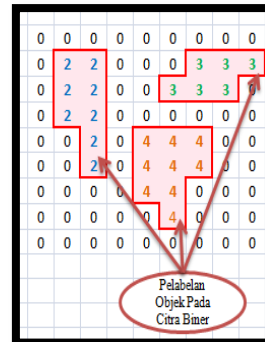


Gambar 4: Citra Biner

Dasar teori yang relevan dengan penelitian ini adalah teori tentang metode pelabelan *flood filling*. Metode pelabelan *flood filling* dapat digunakan untuk mengidentifikasi objek yang ada pada sebuah citra digital. Proses pelabelan secara umum menggunakan metode pembanjiran (*flood filling*) wilayah objek dengan nomer objek. Terdapat 3(tiga) cara untuk melakukan pembanjiran menurut Burger & Burge (2008), yaitu (1) cara rekursif; (2) penelusuran depth first pada struktur data tumpukan dan (3) penelusuran breadth first pada struktur data antrian.

Pelabelan objek dalam sebuah citra merupakan tindakan untuk memberikan label berupa nomer objek yang berbeda pada setiap objek yang ada dalam citra. Pemberian label objek pada umumnya dioperasikan pada citra biner. Objek dalam citra merupakan sekumpulan pixel dengan intensitas warna yang sama dan saling terhubung. Pada citra biner, sekumpulan pixel dengan intensitas warna 1 dan saling terhubung dapat dianggap sebagai sebuah objek dengan intensitas warna 0 sebagai latar belakangnya. Jika

ketentuannya adalah bahwa nilai 0 merupakan pixel latar belakang, nilai 1 merupakan latar depan dan nilai 2,3, ... n adalah nomer objek, ilustrasi pada gambar 1 merupakan matrix data citra biner yang terdiri dari 3 objek.



Gambar 5: Operasi Pelabelan Objek Pada Citra Biner

2.1 Pelabelan Objek Pada Citra Biner Dengan Cara Rekursif

Proses pelabelan area objek pada citra biner dengan cara rekursif dapat dilakukan melalui algoritma berikut;

Masukan:

- $f(M,N)$: Citra masukan berukuran M baris dan N kolom

Keluaran:

- *Img* (*M*, *N*): Hasil citra yang telah diberi label
1. *Img* ← *f*
 2. *Label* ← 2
 3. **For** *Row* ← 1 To *M*
 4. **For** *Column* ← 1 To *N*
 5. **If** *Img*(*Row*, *Column*) = 1
 6. *Flood_Filling*(*Img*, *Row*,
 Column, *Label*)
 7. *Label* ← *Label* + 1
 8. **End If**
 9. **End For**
 10. **End For**

Pada algoritma tersebut melibatkan fungsi bernama *Flood_Filling*. Fungsi *Flood_Filling* dengan menggunakan 4 pixel ketetanggaan dapat diwujudkan dengan cara membanjiri objek secara rekursif dengan algoritma sebagai berikut;

***Flood_Filling*(*f*, *i*, *j*, *Label*):**

Masukan:

- *f* (*M*,*N*)citra masukan berukuran *M* baris dan *N* kolom
- *i* dan *j* adalah koordinat baris dan kolom titik pusat pembanjiran area objek
- *Label* menyatakan nomer label objek

Keluaran:

- *f* (*M*, *N*): Hasil citra yang telah diberi label
1. **If** koordinat (*i*, *j*) berada dalam area citra dan *f*(*i*, *j*) = 1
 2. *f*(*i*, *j*) ← *Label*
 3. *Flood_Filling* (*f*, *i*-1, *j*, *Label*)
 4. *Flood_Filling* (*f*, *i*+1, *j*, *Label*)
 5. *Flood_Filling* (*f*, *i*, *j*-1, *Label*)
 6. *Flood_Filling* (*f*, *i*, *j*+1, *Label*)
 7. **End If**

Pada fungsi *Flood_Filling* terdapat statemen pemanggilan empat fungsi *Flood_Filling* (memanggil dirinya sendiri) dengan parameter 4 pasangan baris dan kolom pixel tetangga pixel pusat. Keadaan seperti ini yang menyatakan bahwa fungsi *Flood_Filling* adalah fungsi yang rekursif.

2.2 Pelabelan Objek Pada Citra Biner Dengan Cara Penelusuran Depth First

Proses pelabelan area objek pada citra biner dengan cara *depth-first* dapat dilakukan dengan algoritma berikut.

***banjiri*(*f*, *i*, *j*, *label*):**

Masukan:

- *f* (*M*,*N*): Citra masukan berukuran *M* baris dan *N* kolom
- *i* dan *j* menyatakan baris dan kolom sebagai biji pembanjiran terhadap area
- *label* menyatakan label untuk area

Keluaran:

- *f* (*M*, *N*): Hasil citra yang telah diberi label

1. *Menciptakan tumpukan kosong T*
2. *Menaruh koordinat (i,j) ke tumpukan sebagai biji (push(T, (i,j))*
3. **WHILE** tumpukan *T* tidak kosong
4. *Mengambil sebuah elemen dari tumpukan T ((y,x) ← pop(T))*
5. **IF** koordinat (*y*, *x*) berada dalam citra dan *f*(*i*, *j*) = 1
6. *f*(*y*, *x*) ← *label*
7. *push*(*S*, (*y*-1, *x*))
8. *push*(*S*, (*y*+1, *x*))
9. *push*(*S*, (*y*, *x*-1))
10. *push*(*S*, (*y*, *x*+1))
11. **END-IF**
12. **END-WHILE**

Untuk mewujudkan Algoritma tersebut, dibutuhkan struktur data bernama tumpukan (*stack*). Di dalam struktur data tumpukan, *push* berguna untuk memasukkan data ke dalam tumpukan, sedangkan *pop* digunakan untuk mengambil data dari tumpukan. Perlu diketahui, tumpukan adalah struktur data yang mempunyai sifat LIFO (*Last-In First-Out*). Artinya, data

yang dimasukkan terakhir kali akan diambil pertama kali.

2.3 Pelabelan Objek Pada Citra Biner Dengan Cara Penelusuran Breadth First

Proses pelabelan area objek pada citra biner dengan cara *Breadth First* dapat dilakukan dengan algoritma berikut;

banjiri(f, i, j, label):

Masukan:

- **f (M,N):** Citra masukan berukuran M baris dan N kolom
- **i dan j** menyatakan baris dan kolom sebagai biji pembanjiran terhadap area
- **label** menyatakan label untuk area

Keluaran:

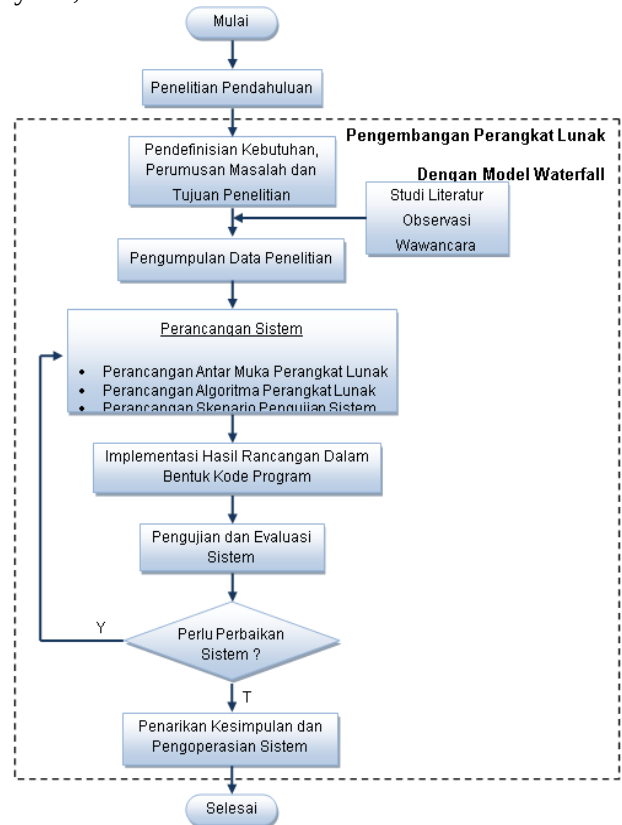
- **f (M, N):** Hasil citra yang telah diberi label
1. *Menciptakan antrean kosong A*
 2. *Menaruh koordinat (i,j) ke antrean sebagai biji (insert(A, (i,j)))*
 3. *WHILE antrean A tidak kosong*
Mengambil sebuah elemen dari antrean A ((y,x) ← remove(A))
IF koordinat (y, x) berada dalam citra dan f(i, j) = 1
f(y, x) ← label
insert(A, (y-1, x))
insert(A, (y+1, x))
insert(A, (y, x-1))
insert(A, (y, x+1))
END-IF
END-WHILE
 4. *RETURN f(M,N)*

Untuk mewujudkan Algoritma tersebut, dibutuhkan struktur data bernama antrean (*queue*). Di dalam struktur data antrean, insert berguna untuk memasukkan data ke dalam antrean, sedangkan remove digunakan untuk mengambil data dari antrean. Perlu

diketahui, tumpukan adalah struktur data yang mempunyai sifat FIFO (*First-In First-Out*). Artinya, data yang dimasukkan pertama kali akan diambil pertama kali.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui 8 tahapan seperti disajikan pada gambar 6, yaitu;



Gambar 6: Tahapan penelitian

- a. Melakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui kelayakan dan relevansi masalah penelitian yang diangkat dengan kondisi dan kekinian perkembangan ilmu pengetahuan.
- b. Membangun konsep penelitian dengan mendefinisikan kebutuhan penelitian, merumuskan masalah dan tujuan penelitian.
- c. Mengumpulkan data dan teori tentang metode, teknik ataupun pendekatan dalam melakukan pelabelan objek pada citra digital 24 bit (*true color*), 8 bit (*grayscale*) dan 1 bit (*binary*),

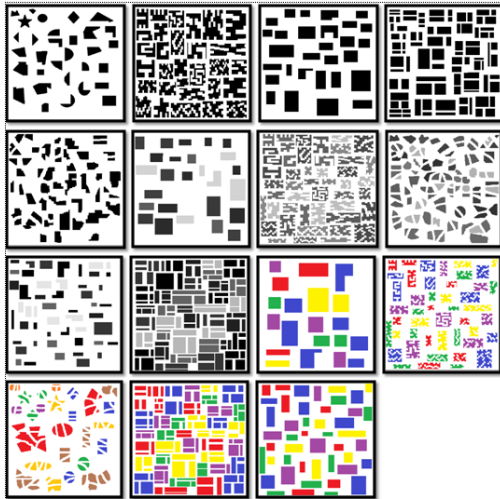
- khususnya dengan menggunakan menggunakan (1) teknik Rekursif; (2) pendekatan *Depth First Search* (DFS) dengan menggunakan algoritma tumpukan (*Stack*) dan (3) pendekatan *Breadth First Search* (BFS) dengan menggunakan algoritma Antrian (*Queue*). Pengumpulan data dilakukan melalui kegiatan studi literatur, observasi dan wawancara dengan praktisi atau ahli di bidang pengolahan citra digital.
- d. Melakukan analisa dan pemecahan masalah terhadap data yang terkumpul.
 - e. Merancang antar muka (*interface*) perangkat lunak yang dibangun, sebagai media interaksi antara user dengan sistem.
 - f. Merancang algoritma pembacaan data citra digital format BMP (*Bitmap Image*) 24 bit (*true color*), 8 bit (*grayscale*) dan 1 bit (*binary*) serta teknik konversi data citra digital 24 bit (*true color*) dan 8 bit (*grayscale*) ke citra 1 bit (*binary*).
 - g. Merancang algoritma pelabelan objek pada citra digital dengan menggunakan (1) teknik Rekursif; (2) pendekatan *Depth First Search* (DFS) dengan menggunakan algoritma tumpukan (*Stack*) dan (3) pendekatan *Breadth First Search* (BFS) dengan menggunakan algoritma Antrian (*Queue*).
 - h. Melakukan pengujian dan evaluasi kelayakan terhadap aplikasi perangkat lunak atau sistem yang telah dibangun hingga pada level kesalahan (*error*) sistem di bawah 3%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan studi literature, observasi dan wawancara menghasilkan: (A) Landasan teori yang paling tepat untuk membangun aplikasi simulasi strategi pelabelan area objek pada citra digital 24 bit (*true color*), 8 bit (*grayscale*) dan 1 bit (*binary*) dengan metode *Flood Fill* berupa: (1) Strategi pelabelan area objek dengan (a) teknik rekursif; (b) pendekatan *Depth First Search* (DFS) dengan menggunakan algoritma tumpukan (*Stack*)

dan (c) pendekatan *Breadth First Search* (BFS) dengan menggunakan algoritma Antrian (*Queue*). (2) Pengolahan citra digital secara umum mengenai teknik pembacaan data citra digital 24 bit (*true color*), 8 bit (*grayscale*) dan 1 bit (*binary*), serta teknik konversi data citra digital 24 bit (*true color*) dan 8 bit (*grayscale*) ke citra 1 bit (*binary*). (3) Bahasa pemrograman Delphi khususnya mengenai teknik-teknik atau algoritma pengolahan citra digital; dan (B) Memperoleh software pendukung yang tepat untuk membangun dan implementasi sistem ini meliputi: (1) Algoritma dan struktur data; (2) Sistem operasi yang dipilih adalah Windows 7; dan (3) Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Borland Delphi 6

Pada tahap pengujian sistem, data yang digunakan adalah data gambar atau citra digital dengan format BMP (*Bitmap Image*) 24 bit (*true color*), 8 bit (*grayscale*) dan 1 bit (*binary*) dengan ukuran berkas (*file size*) 500 x 500 pixel. Data citra digital dalam format BMP digunakan dalam pengujian sistem berisi kumpulan (beberapa) objek yang akan ditinjau dan diberikan nomor label sebagai cara untuk mendeteksi jumlah dan luasan area objek dalam citra. Sebelum proses peninjauan dan pelabelan objek dilakukan, citra dengan format 24 bit (*true color*) dan 8 bit (*grayscale*) akan dikonversi terlebih dahulu ke dalam format data citra 1 bit (*binary*), dengan ketentuan nilai 0 sebagai data area latar belakang dan nilai 1 sebagai data area objek.

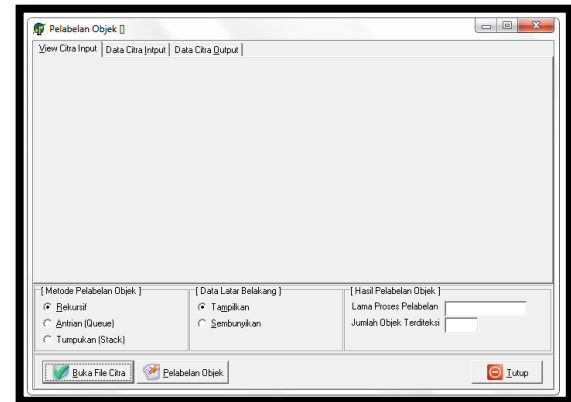


Gambar 7: Data Citra Uji

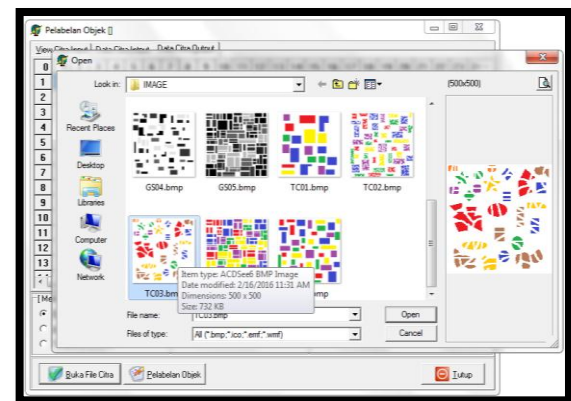
Data yang digunakan dalam pengujian sistem ini terdiri dari 15 file citra digital, yang terdiri dari (a) 5 file citra digital 24 bit; (b) 5 file citra digital 8 bit dan (c) 5 file citra digital 1 bit, seperti disajikan pada gambar 7. Skenario pengujian yang digunakan adalah dengan mensimulasikan setiap file citra tersebut untuk ditinjau dan diberi nomor label objek dengan menggunakan (a) teknik rekursif; (b) pendekatan *Depth First Search* (DFS) dengan algoritma tumpukan (*Stack*) dan dengan (c) pendekatan *Breadth First Search* (BFS) dengan menggunakan algoritma antrian (*Queue*). Sehingga secara keseluruhan terdapat 45 kali percobaan. Berdasarkan percobaan terhadap data tersebut, dilakukan analisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan 3 (tiga) pendekatan atau metode pelabelan objek yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengacu pada 3 (tiga) kriteria pengukuran, yaitu (1) kecepatan proses; (2) ketepatan menghitung jumlah objek dalam citra dan (3) ketepatan mengenali wilayah/area objek.

Proses pengujian sistem diawali dengan melakukan pemilihan berkas (*file*) citra digital yang berisikan beberapa objek didalamnya. Berkas citra digital dapat berformat (1) 24 bit (true color); (2) 8 bit (*grayscale*) dan (3) 1 bit (*binary*) dengan ukuran berkas (*file size*) 500 x 500 pixel. Pemilihan berkas (*file*) citra digital dilakukan dengan cara menekan tombol fasilitas “Buka Citra” formulir aplikasi

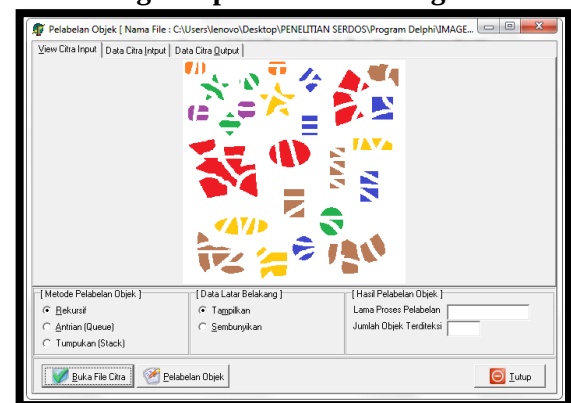
Pelabelan Objek Citra Digital dan memilih *file* citra digital yang dimaksud pada formulir *open picture dialog*. Gambar 8, gambar 9 dan gambar 10 merupakan antar muka aplikasi, proses pemilihan citra dan file citra yang telah masuk aplikasi dan siap diproses



Gambar 8: Antar Muka Aplikasi Pelabelan Objek Citra Digital



Gambar 9: Pemilihan File Citra Digital Dengan Open Picture Dialog



Gambar 10: File Citra Digital Yang Dipilih

Berdasarkan seluruh pengujian sistem yang telah dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut; 1) Lama proses pelabelan objek pada citra digital dengan resolusi 500 x 500 pixel menggunakan tiga metode yang digunakan dalam penelitian ini memiliki rata-rata lama proses yang berbeda, yaitu (a) metode Rekursif membutuhkan waktu proses selama 02:83 detik; (b) pendekatan *Depth First Search* (DFS) dengan menggunakan algoritma Tumpukan (*Stack*) membutuhkan waktu proses selama 03:00 detik; dan (c) pendekatan *Breadth First Search* (BFS) dengan menggunakan algoritma Antrian (*Queue*) membutuhkan waktu proses selama 03:10 detik; 2) Pelabelan objek dengan menggunakan teknik Rekursif memiliki ketepatan menghitung jumlah objek yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan algoritma Tumpukan (*Stack*) maupun algoritma Antrian (*Queue*), dimana masing-masing memiliki tingkat ketepatan menghitung jumlah objek sebesar (a) 99% untuk teknik Rekursif; (b) 68% dengan menggunakan algoritma umpukan (*Stack*); dan (c) 83% jika menggunakan algoritma Antrian (*Queue*); 3) Semua metode pelabelan objek yang digunakan, memiliki tingkat ketepatan yang baik dalam mengenali semua area/wilayah objek, walaupun untuk beberapa citra yang memiliki objek yang tidak beraturan (rumit) dan dalam jumlah yang banyak, algoritma Stack maupun Queue memiliki kelemahan, yaitu (a) mengulang nomor label yang sama untuk objek yang berbeda dan (b) nomor label terkadang tidak konsisten untuk objek yang sama. Hal ini menyebabkan penghitungan jumlah objek dalam suatu citra digital menjadi kurang tepat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut; 1) Lama proses pelabelan objek pada citra digital dengan resolusi 500 x 500 pixel menggunakan tiga metode yang digunakan dalam penelitian ini memiliki rata-rata lama proses yang berbeda, yaitu (a) metode Rekursif

membutuhkan waktu proses selama 02:83 detik; (b) pendekatan *Depth First Search* (DFS) dengan menggunakan algoritma Tumpukan (*Stack*) membutuhkan waktu proses selama 03:00 detik; dan (c) pendekatan *Breadth First Search* (BFS) dengan menggunakan algoritma Antrian (*Queue*) membutuhkan waktu proses selama 03:10 detik; 2) Pelabelan objek dengan menggunakan teknik Rekursif memiliki ketepatan menghitung jumlah objek yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan algoritma Tumpukan (*Stack*) maupun algoritma Antrian (*Queue*), dimana masing-masing memiliki tingkat ketepatan menghitung jumlah objek sebesar (a) 99% untuk teknik Rekursif; (b) 68% dengan menggunakan algoritma umpukan (*Stack*); dan (c) 83% jika menggunakan algoritma Antrian (*Queue*); 3) Semua metode pelabelan objek yang digunakan, memiliki tingkat ketepatan yang baik dalam mengenali semua area/wilayah objek, walaupun untuk beberapa citra yang memiliki objek yang tidak beraturan (rumit) dan dalam jumlah yang banyak, algoritma Stack maupun Queue memiliki kelemahan, yaitu (a) mengulang nomor label yang sama untuk objek yang berbeda dan (b) nomor label terkadang tidak konsisten untuk objek yang sama. Hal ini menyebabkan penghitungan jumlah objek dalam suatu citra digital menjadi kurang tepat; 4) Metode Rekursif untuk pelabelan objek pada citra digital memiliki hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan algoritma Tumpukan (*Stack*) dan Antrian (*Queue*), baik dari kecepatan proses maupun dalam hal ketepatan mengenali seluruh area/wilayah serta jumlah objek.

Saran bagi penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pengembangan dan implementasi algoritma Tumpukan (*Stack*) dan Antrian (*Queue*) untuk pelabelan objek citra digital agar memiliki tingkat keberhasilan yang lebih baik.

6. REFERENSI

Adipranta,R. 2005, Penelitian:
Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Segmentasi Gambar

- Dengan Menggunakan Metode Morphological Watershed.*
- Borg, Walter R. dan Meredith Damien Gall. 1979. *Educational Research, An Introduction.* third edition. New York: Longman.
- Gonzales, Rafael C., Woods Richard E. 2002. *Digital Image Processing.*
- Pitas, I., 1993. *Digital Image Processing Algorithms,* Prentice Hall. Singapore.
- Salem Saleh Al-amri, Dr. N.V. Kalyankar and Dr. Khamitkar S.D. 2010. *Image Segmentation By Using Edge Detection.* (IJCSE) International Journal on Computer Science and Engineering, Vol. 02, No. 03, 2010, 804-807.
- Witeti. 2004. *Identifikasi Sel Kanker Prostat Menggunakan Metode Segmentasi Berdasar Ukuran Objek Pada Citra.* Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Semarang.

