

IMPLEMENTASI PANORAMIC IMAGE MOSAIC DENGAN METODE 8 PARAMETER PERSPECTIVE TRANSFORMATION

Rudy Adipranata¹, Hendra Litoyo, Cherry G. Ballangan²

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya
Email : rudya@petra.ac.id¹, cherry@petra.ac.id²

ABSTRAK

Salah satu permasalahan yang ada pada saat melakukan pengambilan gambar dengan kamera adalah ketidakmampuan untuk mengambil obyek gambar yang sangat luas. Untuk mengatasi hal ini, obyek tersebut diambil dalam beberapa kali pengambilan sehingga menyebabkan gambar dari obyek tersebut terpisah-pisah menjadi beberapa bagian gambar. Selanjutnya gambar-gambar tersebut digabung sehingga menjadi sebuah gambar utuh yang dikenal dengan nama panoramic image.

Pada penelitian ini, dilakukan implementasi penggabungan beberapa gambar yang merupakan satu obyek menjadi panoramic image dengan menggunakan metode 8 parameter perspective transformation. Proses penggabungan dimulai dengan proses inialisasi titik correspondence, dimana titik tersebut menunjukkan bagian yang sama antara gambar pertama dan gambar kedua. Selanjutnya, dilakukan proses guna mendapatkan matriks transformasi berdasarkan titik-titik correspondence tersebut. Setelah gambar ditransformasikan dengan matriks yang didapat, proses selanjutnya adalah menggabungkan bagian-bagian yang overlapping.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, hasil proses penggabungan dipengaruhi oleh faktor penempatan posisi dan jumlah titik-titik correspondence serta faktor pencahayaan.

Kata kunci: panoramic image, 8 parameter perspective transformation, pemrosesan citra digital

1. PENDAHULUAN

Makin hari, manusia makin dimanjakan dengan teknologi. Mulai dari pekerjaan rumah tangga yang kian mudah dengan hadirnya alat-alat modern, ditemukannya komputer, sampai seni fotografi yang semakin maju dengan dikembangkannya teknologi kamera digital. Walaupun teknologi kamera digital sudah sangat maju, bukan berarti semua permasalahan fotografi terselesaikan. Masih terdapat hal-hal yang belum mampu dilakukan oleh kamera digital yang paling canggih saat ini, yaitu pengambilan obyek gambar yang sangat luas.

Sebagai contoh, saat berada di puncak sebuah gedung yang tinggi, tentu manusia akan tertarik melihat pemandangan yang begitu indah dibawahnya. Namun, dengan menggunakan kamera digital, semua pemandangan yang indah tersebut tidak dapat diambil dalam sekali pengambilan. Hal ini dikarenakan pemandangan tersebut sangat luas, 360 derajat. Padahal, jika manusia tersebut sedang berdiri di puncak gedung tersebut, maka kamera digital tersebut hanya mampu mengambil satu sisi saja pada tiap pengambilannya. Agar mendapatkan semua obyek gambar tersebut, diperlukan pengambilan gambar beberapa kali. Sehingga dibutuhkan metode untuk menggabungkan gambar-gambar yang telah diambil tersebut menjadi satu gambar yang utuh, atau sering disebut dengan *panoramic image*.

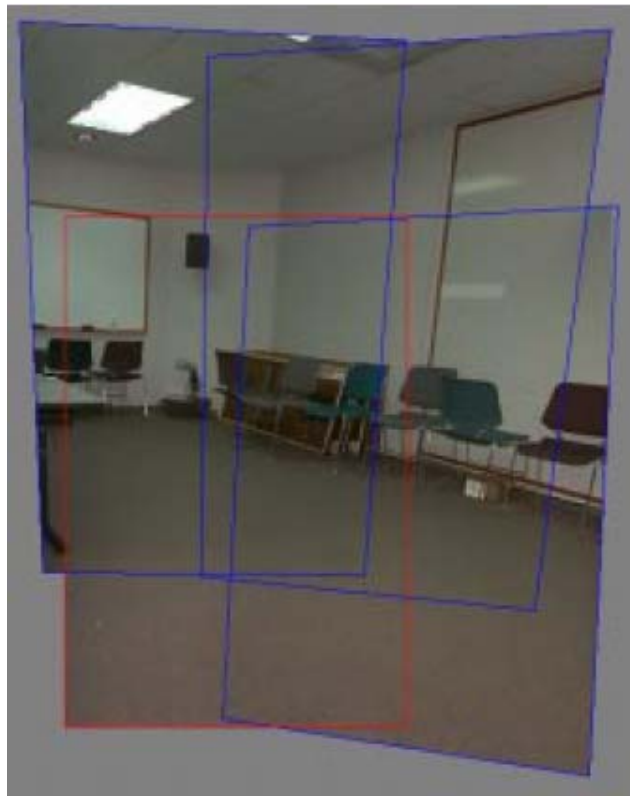
Metode untuk penggabungan gambar-gambar tersebut disebut dengan *Image Mosaic*, yang dikembangkan dengan tujuan agar gambar-gambar yang diambil dari kamera digital dapat disatukan menjadi satu gambar, sehingga nantinya dapat dilihat dengan mudah dan menjadi sebuah foto yang menarik. Gambar yang disatukan tidak harus berasal dari 2 buah gambar, namun bisa juga terdiri atas beberapa gambar. Semakin luas obyek yang ingin diabadikan, maka semakin banyak pula potongan gambar yang harus dimiliki.

2. IMAGE MOSAIC

Image Mosaic adalah teknik untuk menggabungkan antara dua gambar atau lebih menjadi satu gambar. Untuk lebih jelas mengenai hal tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Empat buah gambar yang akan digabungkan



Gambar 2. Hasil gambar setelah digabungkan dengan *Image Mosaic*

Dalam *Image Mosaic* ini ada beberapa metode seperti *Cylindrical and Spherical Panoramas*, *Perspective (8-Parameter) Panoramas*, *Rotational (3-Parameter) Panoramas*, dan lain-lain. Metode *Cylindrical and Spherical Panoramas* hanya dapat menggabungkan gambar-gambar yang diambil dengan rotasi pengambilan terkontrol dengan baik. Sedangkan metode *Perspective (8-Parameter) Panoramas* dan *Rotational (3-Parameter) Panoramas* dapat menggabungkan gambar-gambar yang rotasi pengambilannya tidak terkontrol dengan baik.

Image Mosaic ini telah dikembangkan dan diterapkan dalam berbagai proyek, seperti dalam *Creating Full View Panoramic Image Mosaics and Texture-Mapped Models* [5] dimana *Image Mosaic* digunakan untuk mensimulasikan suatu pemandangan secara 3 dimensi serta pada *Fast Panoramic Face*

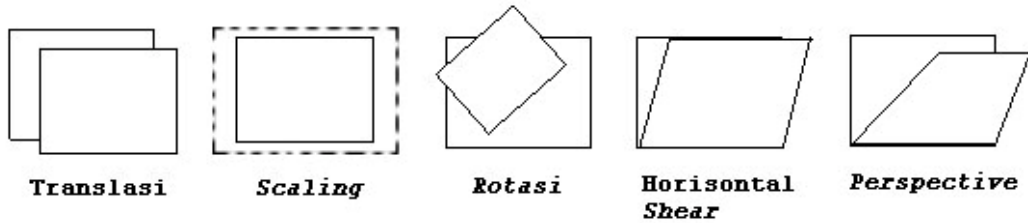
Mosaicing and Recognition [6] dimana *Image Mosaic* digunakan sebagai proses awal untuk menggabungkan beberapa gambar wajah manusia dari beberapa sudut. Kemudian, hasil penggabungan gambar tersebut akan digunakan sebagai input dalam proses pengenalan wajah manusia.

2.1 Image registration

Image Registration merupakan proses awal dalam *Image Mosaic* dimana pada tahap ini dilakukan inialisasi titik-titik yang berhubungan (*correspondece*) antara gambar yang satu dengan gambar yang lainnya. Inialisasi titik-titik tersebut berguna untuk tahap selanjutnya, yaitu tahap *Image Warping*. Inialisasi titik-titik tersebut dapat dilakukan secara manual maupun secara otomatis.

2.2. Image warping

Image warping adalah proses menata ulang setiap piksel pada suatu gambar, yang disebut juga dengan transformasi geometri [1]. Ada beberapa metode transformasi geometri, antara lain translasi, *scaling*, rotasi, *shear*, dan *perspective*. Perbedaan antara masing-masing metode transformasi geometri dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Beberapa metode geometri transformasi

2.3. Metode 8 Parameter Perspective Transformation

Metode 8 parameter perspective transformation [5] ini digunakan untuk mendapatkan parameter yang digunakan pada Image Warping guna melakukan transformasi. Parameter yang akan didapat berupa matriks M yang nantinya digunakan untuk melakukan transformasi gambar kedua ke gambar pertama, dimana setiap titik (x, y) pada gambar kedua akan dikalikan dengan matriks M tersebut.

$$M = \begin{bmatrix} m_0 & m_1 & m_2 \\ m_3 & m_4 & m_5 \\ m_6 & m_7 & m_8 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dengan menggunakan matriks M di atas, proses transformasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$(x', y', z') = \begin{bmatrix} m_0 & m_1 & m_2 \\ m_3 & m_4 & m_5 \\ m_6 & m_7 & m_8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad (2)$$

Titik (x, y, z) adalah posisi piksel pada gambar pertama dimana homogen dengan titik (x', y', z') yang merupakan piksel pada gambar kedua. Persamaan di atas dapat juga ditulis sebagai berikut:

$$x' = m_0 * x + m_1 * y + m_2 * z \quad (3)$$

$$y' = m_3 * x + m_4 * y + m_5 * z \quad (4)$$

$$z' = m_6 * x + m_7 * y + m_8 * z \quad (5)$$

Karena gambar yang akan ditransformasikan merupakan gambar 2 dimensi, maka variabel z dan m_8 diberi nilai 1, sehingga:

$$x' = \frac{x'}{z'} = \frac{m_0x + m_1y + m_2}{m_6x + m_7y + 1} \quad (6)$$

$$x' = m_0x + m_1y + m_2 - m_6x'x - m_7x'y \quad (7)$$

$$y' = \frac{y'}{z'} = \frac{m_3x + m_4y + m_5}{m_6x + m_7y + 1} \quad (8)$$

$$y' = m_3x + m_4y + m_5 - m_6y'x - m_7y'y \quad (9)$$

Metode 8 *Parameter Perspective Transformation* ini hanya dapat digunakan jika terdapat 4 titik yang homogen antara gambar pertama dan gambar kedua. Sehingga dengan menggunakan 4 titik, maka akan terbentuk suatu formula sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'x & -x'y \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -y'x & -y'y \\ x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'x & -x'y \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -y'x & -y'y \\ x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'x & -x'y \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -y'x & -y'y \\ x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'x & -x'y \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -y'x & -y'y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_0 \\ m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \\ m_5 \\ m_6 \\ m_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ x' \\ y' \\ x' \\ y' \\ x' \\ y' \end{bmatrix} \quad (10)$$

Kemudian untuk mendapatkan nilai $m_0 - m_7$, maka formula (10) diatas dirubah menjadi:

$$\begin{bmatrix} m_0 \\ m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \\ m_5 \\ m_6 \\ m_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'x & -x'y \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -y'x & -y'y \\ x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'x & -x'y \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -y'x & -y'y \\ x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'x & -x'y \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -y'x & -y'y \\ x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'x & -x'y \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -y'x & -y'y \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ x' \\ y' \\ x' \\ y' \\ x' \\ y' \end{bmatrix} \quad (11)$$

Untuk mendapatkan invers matriks dapat digunakan *Pseudo Invers*:

$$A^{-1} = (A^T A)^{-1} A^T \quad (12)$$

dimana A^T adalah hasil *transpose* dari matriks A

2.4 Image Compositing

Image Compositing adalah proses penggabungan dua gambar, sehingga menghasilkan satu gambar hasil. Ada beberapa metode penggabungan kedua gambar tersebut, yaitu:

1. Memakai nilai rata-rata intensitas warna dari bagian-bagian yang *overlapping*. Kelemahan metode ini adalah bila *alignment* antar gambar tidak bagus, maka gambar hasil setelah digabungkan akan terlihat *blur*.

$$I(x, y) = \frac{I_1(x, y) + I_2(x, y)}{2} \quad (13)$$

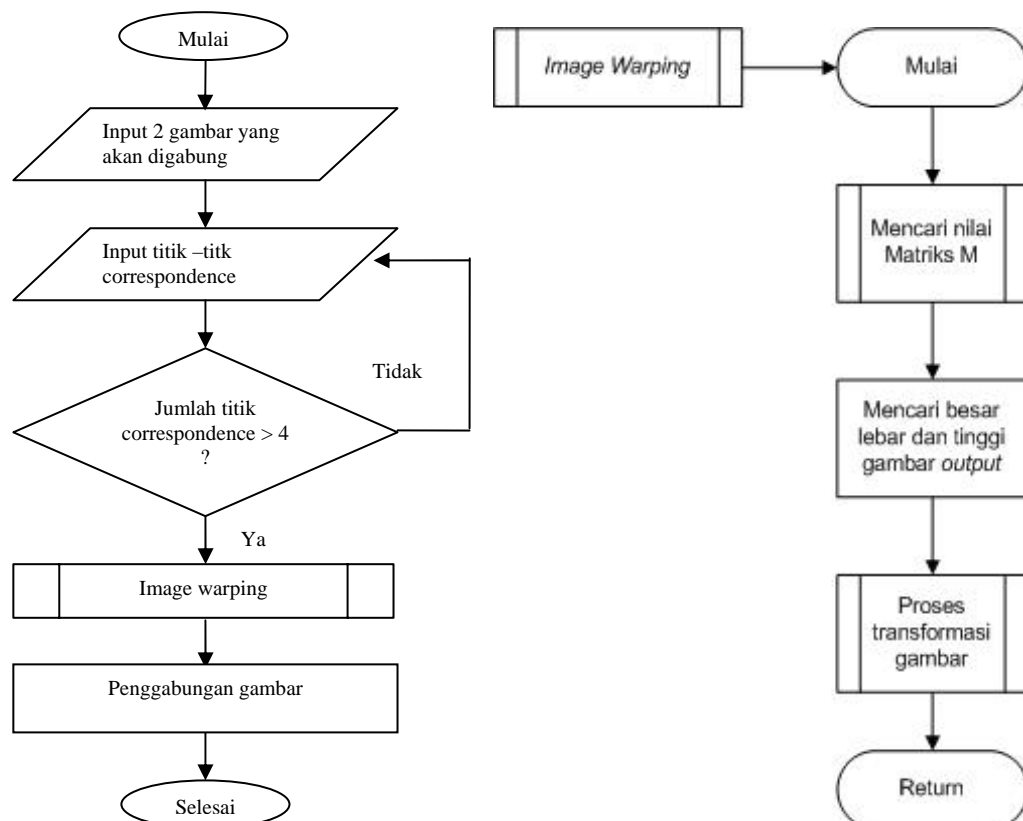
di mana:

- $I_1(x, y)$ adalah intensitas warna piksel (x, y) pada gambar pertama
 $I_2(x, y)$ adalah intensitas warna piksel (x, y) pada gambar kedua
2. Memakai intensitas warna dari salah satu gambar untuk mengisi bagian-bagian yang *overlapping*.

$$I(x, y) = I_1(x, y) \quad (14)$$
 di mana:
 $I_1(x, y)$ adalah intensitas warna piksel (x, y) pada gambar pertama
3. Metode *Weighted Average*
 Metode ini memperhatikan bobot rata-rata dari intensitas warna, dengan berdasarkan jarak koordinat piksel ke koordinat titik tengah gambar [3]. Untuk mencari bobot setiap piksel dapat digunakan:
- $$w(x, y) = \left(1 - \left|1 - \frac{2x}{width}\right|\right) \left(1 - \left|1 - \frac{2y}{height}\right|\right) \quad (15)$$
- Kemudian untuk nilai intensitas warna piksel untuk bagian yang *overlapping* didapatkan dari :
- $$I(x, y) = \frac{\sum_i w_i(x, y) \cdot I_i(x, y)}{\sum_i w_i(x, y)} \quad (16)$$

3. DESAIN SISTEM

Untuk menggambarkan sistem yang dikembangkan, digunakan diagram alir yang berisi alur kerja sistem keseluruhan.

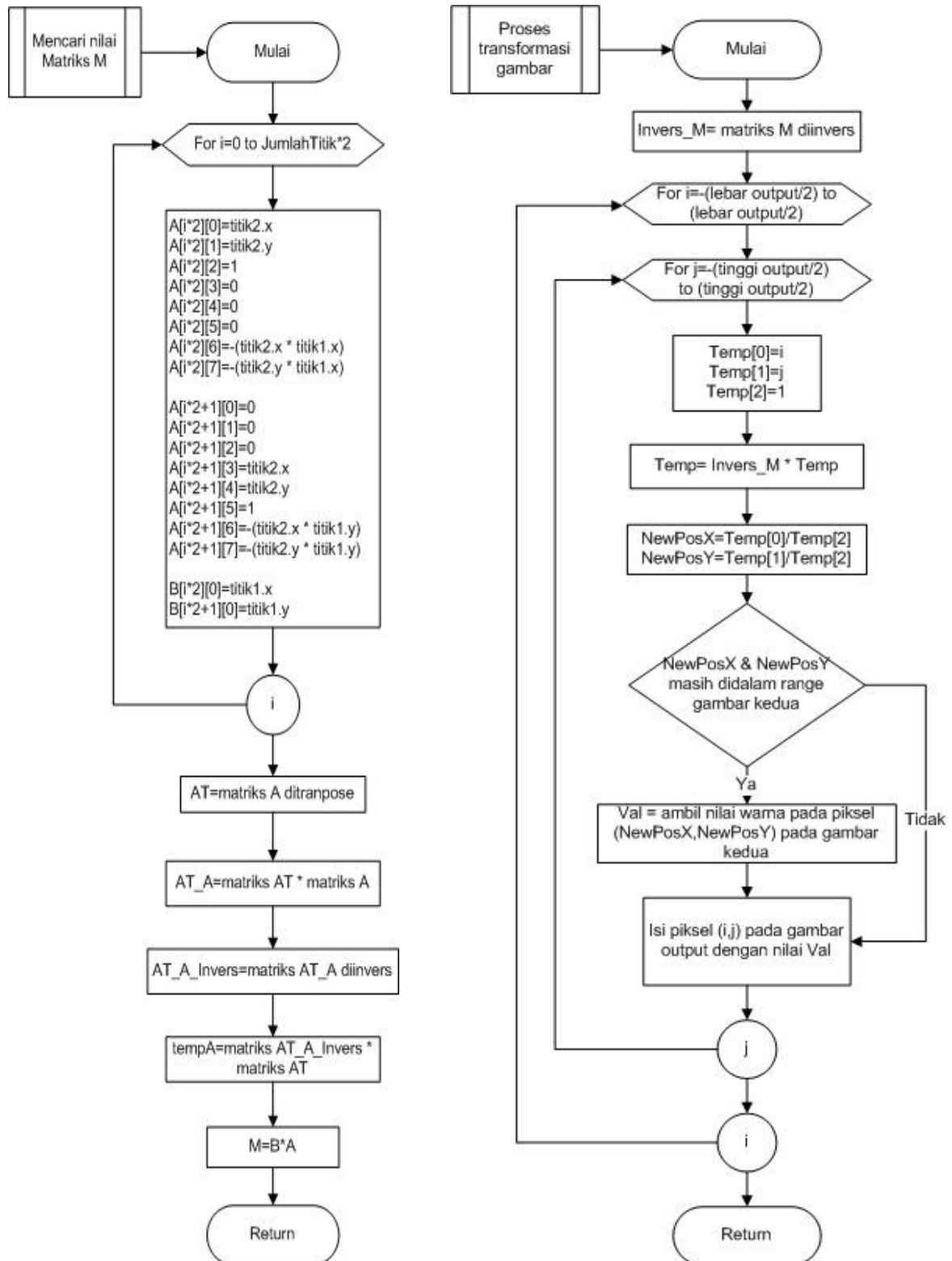


Gambar 4. Diagram alir sistem

Dari diagram alir pada gambar di atas, terlihat bahwa input dari sistem adalah dua buah gambar dengan titik-titik *correspondence* yang telah ditentukan sebelumnya. Dari input tersebut dilakukan proses image warping yang merupakan proses utama dari sistem ini. Hasil dari image warping kemudian

digabungkan dengan menggunakan salah satu metode yang terdapat pada bagian 2.4 sehingga dihasilkan *panoramic image*.

Proses pada image warping adalah mencari nilai matriks M seperti telah dijabarkan pada bagian 2.3 serta melakukan transformasi gambar dengan menggunakan matriks M yang telah ditemukan. Untuk proses pencarian matriks M beserta transformasi gambar dijabarkan pada diagram alir berikut ini.

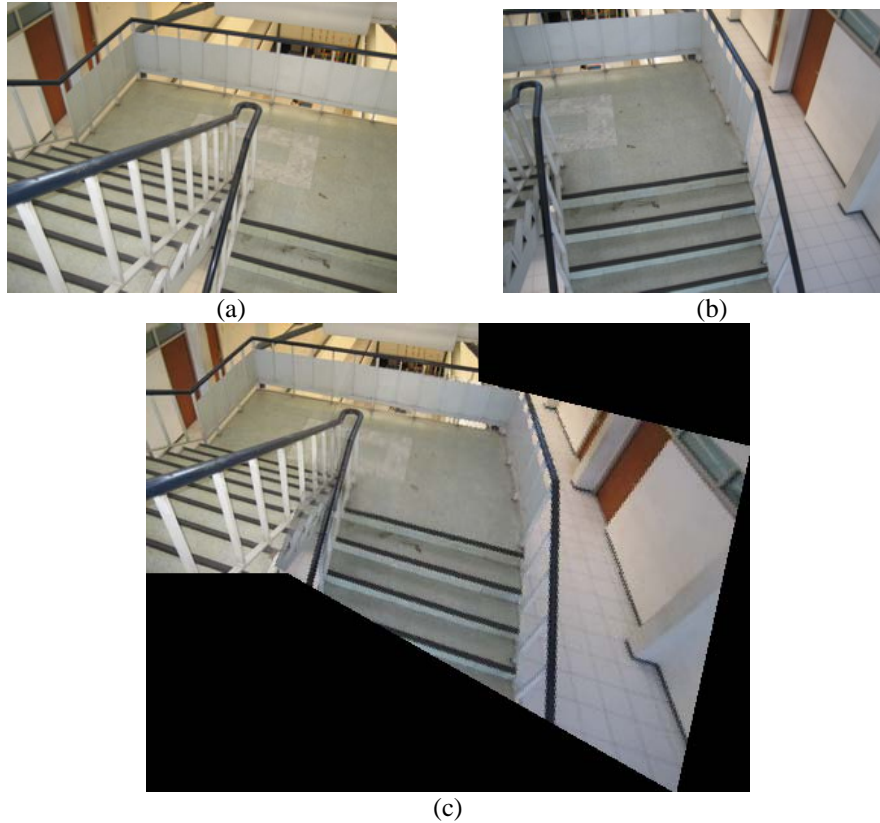


Gambar 5. Proses pencarian matriks M serta transformasi gambar

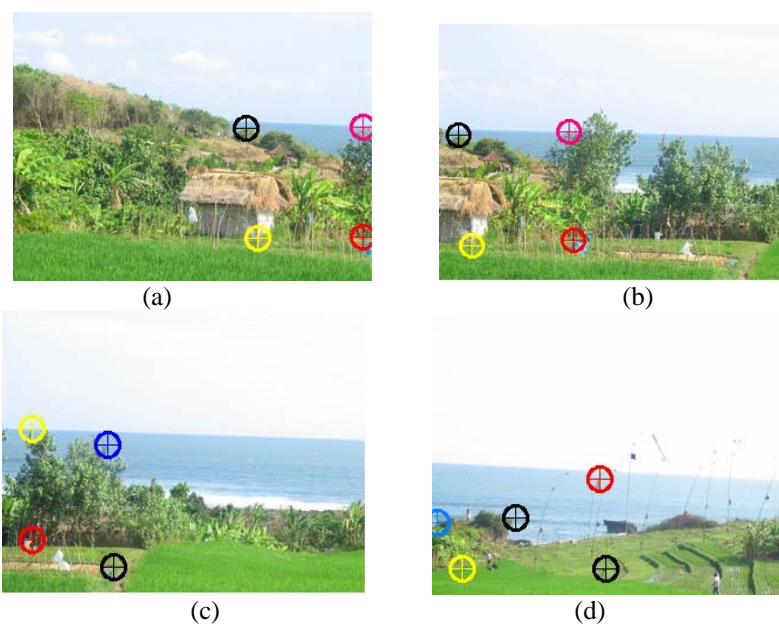
4. IMPLEMENTASI DAN HASIL PENGUJIAN

Dari desain sistem yang terdapat pada bagian 3, dilakukan implementasi dengan menggunakan bahasa pemrograman Microsoft Visual C++ 6.0 serta library pendukung yaitu Intel® *Image Processing Library* (IPL) serta Intel® *Open Source Computer Vision Library* (OpenCV).

Sebagai hasil pengujian untuk penggabungan dua serta lebih gambar input dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6. Hasil pengujian dengan menggunakan 2 buah gambar input (a,b) Dua buah gambar input. (c) Output panoramic image.





(e)



(f)

Gambar 7. Hasil pengujian dengan menggunakan lebih dari 2 buah gambar input (a,b,c,d) 4 gambar input. (e) Hasil penggabungan input 1 dan 2. (f) Hasil penggabungan keempat buah gambar.

Untuk mendapatkan hasil penggabungan lebih dari 2 buah gambar input, maka terlebih dahulu diproses 2 gambar input pertama, kemudian output dari penggabungan tersebut digabung dengan input ketiga dan seterusnya. Untuk mengukur tingkat keakuratan panoramic image yang dihasilkan, dilakukan pemotongan terhadap sebuah gambar dan kemudian gambar yang dipotong tersebut digabungkan kembali. Hasil dari pengukuran tingkat keakuratan adalah sekitar 96 %.

5. KESIMPULAN

- Tingkat keakuratan hasil *panoramic image* dengan menggunakan metode *8-Parameter Perspective Transformations* berkisar 96%.
- Proses penggabungan gambar akan menghasilkan *output*, jika posisi titik-titik *correspondence* pada kedua gambar tidak ditempatkan sejajar secara vertikal, horizontal ataupun diagonal sejumlah 3 atau lebih.
- Apabila pencahayaan pada kedua gambar relatif sama, metode dengan menggunakan intensitas warna pada gambar pertama, akan menghasilkan *output* yang paling baik secara *visual*. Namun bila pencahayaan pada kedua gambar relatif tidak sama, metode *weighted average* akan menghasilkan output yang paling baik secara *visual*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heckbert. Paul, "Image Warping and Morphing", Image-Based Modeling and Rendering, 1999, pp.15-869.
- [2] Heckbert. Paul, "Projective Mappings for Image Warping", Fundamental of Texture Mapping and Image Warping, 1999, pp.17-21.
- [3] Rocha. A, Ferreira. R, and Campilho. A, "Image Mosaicing using Corner Detection", SIARP2000-V Ibero-American Symposium on Pattern Recognition, 2000.
- [4] Shum. H and Szeliski. R, "Panoramic Image Mosaics". Tech. Rep. MSR-TR-97-23, Microsoft Research, 1997.
- [5] Szeliski. R and Shum. H, "Creating Full View Panoramic Image Mosaics and Environment Maps", In Proc. of SIGGRAPH, 1997, pp.251-258.
- [6] Yang. F, Paindavoine. M and Abdi. H. "Fast Panoramic Face Mosaicing and Recognition". ISPA 2005 Proceedings of the 4th International Symposium, 2005, pp.197-202.