

# IMPLEMENTASI PHASE CORRELATION ALGORITHM DALAM PEMBENTUKAN IMAGE PANORAMA

Daniel Brilianto<sup>1</sup>,Tjokorda Agung Budi Wirayuda, ST, MT<sup>2</sup>,Eko Darwiyanto,ST,MT<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik Informatika Institut Teknologi Telkom, Bandung

<sup>1</sup>dani3lbrili@gmail.com, <sup>2</sup>cokagung2001@yahoo.com, <sup>3</sup>ekodarwiyanto@gmail.com

---

## Abstrak

Kamera digital memiliki kekurangan dalam mendapatkan gambar yang memiliki sudut pandang yang lebar. Gambar yang memiliki sudut pandang yang lebar adalah gambar panorama. Agar dapat menghasilkan image panorama maka diperlukan sistem yang mampu menggabungkan beberapa image menjadi satu image kesatuan yang disebut image mosaic.

Salah satu metode yang digunakan dalam proses image mosaic adalah *Phase Correlation Algorithm*, metode ini digunakan untuk menghasilkan nilai translasi yang nanti akan digunakan dalam melakukan penggabungan image dan dapat mengatasi pengaruh distorsi pada image saat melakukan pencocokan sifat. Pengujian sistem dilakukan dengan memisahkan image awal menjadi 2-4 buah image, kemudian digabungkan oleh sistem. Selain dapat menggabungkan image secara sequensial, melalui perhitungan korelasi sistem dapat mengurutkan image secara sequensial meskipun inputan secara acak hasil akhir terbentuk image panorama.

Hasil percobaan yang dilakukan, image panorama yang dihasilkan baik karena nilai korelasi image awal dengan image hasil bernilai 0.99264 dan nilai rata rata MOS 4.66. Selain melakukan pengujian hasil, pengujian metode dilakukan dengan hasil nilai matrik tetap meskipun inputan diubah ubah nilai intensitas salah satu image inputan.

Kata kunci : *Image Panorama, Image mosaic, Phase Correlation, Image Correlation*

---

## Abstract

*The Digital Camera has a lack to get an image that has wide angle of view. Image that has wide angle of view is called panoramic image. In order to get a panoramic image, need a system capable to combining several images into an image entity is called image mosaic.*

*Method is used in the process of image mosaic is Phase Correlation Algorithm, this method is used to get translation value that will be used stitch image. In addition, this method is not sensitive to noise, and can reduce influence distortion on matching properties. System testing is done by separating the image into 2-4 pieces image as image input, then image input blended by system. Besides being able to combine the images are sequential, with the calculation of correlation the system can sort the images with random input to establish image panorama.*

*In experiments conducted, panoramic image that produced by system is good because average correlation value 0.99264 and MOS value 4.66. In addition testing the image results, Method that is used the system is tested and the result the matrix is fixed although image change value intensity and add noise in image.*

**Keywords:** *Image Panorama, Image mosaic, Phase Correlation, Image Correlation.*

---

## 1. Pendahuluan

Pada era teknologi seperti saat ini, teknologi dan informasi sangat berkembang pesat. Perkembangan teknologi ini berdampak terhadap kehidupan manusia. Salah satu teknologi yang berkembang adalah teknologi fotografi. Kamera Digital merupakan dampak dari perkembangan teknologi di bidang fotografi saat ini, dimana dapat menghasilkan foto dengan piksel yang lebih tajam. Selain itu, kamera digital dapat melakukan dokumentasi dengan baik. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan lebih efisien dalam melakukan pencetakan gambar.

Kelebihan kelebihan kamera digital tersebut membuat kamera analog sudah mulai ditinggalkan, namun kamera digital masih memiliki kelemahan. Salah satu kelemahan adalah pengambilan citra panorama. Citra panorama merupakan gambar utuh

yang berasal dari beberapa citra yang memiliki sudut pandang yang lebar.[4][11] Hal tersebut tidak dapat diatasi oleh kamera digital, karena kamera digital terbatas dengan sudut pandang, dimana kemampuan kamera digital memiliki sudut pandang 35 sampai 50 derajat.[1]

Kekurangan yang dimiliki oleh kamera digital tersebut dapat diatasi dengan menggunakan cara penggabungan citra yang dinamakan *image mosaicing*. *Image mosaic* merupakan teknik penggabungan dari dua atau lebih citra[12][13]. Image inputan yang dijadikan inputan saling overlap atau memiliki daerah irisan antar image inputan.

Image mosaic digunakan dalam banyak bidang, salah satu aplikasi yang akan diterapkan dalam pembentukan image mosaic adalah Sistem Informasi Geografis yang membutuhkan gambar besar dan memiliki resolusi tinggi, dimana teknologi

saat ini yaitu google earth belum bisa menangani. Sehingga salah satu cara dengan mengambil gambar udara berurutan yang nantinya akan digabung menjadi gambar udara yang lebih besar.

Sebelumnya ada beberapa algoritma dalam melakukan penggabungan citra yaitu image mosaic dengan menggunakan metode *8-parameter perspektif transformation*, *feature based image mosaic*, *image mosaic dengan menggunakan metode sift dan ransac*, dll.

Salah satu metode image mosaic adalah *Phase Correlation Algorithm*[2]. *Phase Correlation Algorithm* merupakan salah satu teknik image processing. Sebelumnya *Phase Correlation Algorithm* diimplementasikan dalam pengidentifikasian sidik jari[15], dibidang otomotif dalam melakukan sebuah inspeksi kendaraan[16], monitoring traffic [17]. Dalam *image mosaic* Teknik ini bertujuan mendapatkan sebuah gambar yang berasal citra inputan yang digabungkan. Teknik ini dilakukan dengan mengekstrak citra sehingga terbentuk *contour image*. Kemudian ditemukan nilai peak value yang berasal dari *contour citra*, dari nilai peak value akan ditentukan nilai matriks translasi yang menjadi acuan dalam penggabungan image. Nilai Peak didapat melalu fourier transform sehingga didapat nilai peak. Kelebihan dari teknik ini adalah dapat mengatasi image yang memiliki cahaya yang lemah sehingga dapat melakukan penggabungan image yang memiliki kekurangan cahaya, selain itu dapat mengatasi image yang memiliki gerakan rotasi yang kecil.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Image Mosaic

*Image Mosaic* adalah proses menggabungkan beberapa citra menjadi sebuah citra yang memiliki sudut panjang yang lebar atau lebih dikenal dengan citra panorama (*panoramic image*). *Image mosaic* lahir karena terdapat kekurangan sebuah kamera dalam mendapatkan sebuah citra yang memiliki sudut pandang yang lebar. Mungkin ada kamera yang dapat menangkap gambar yang memiliki sudut pandang yang lebar namun hanya kamera khusus (*mechanic*), kamera dengan menggunakan lensa khusus (*lensa mata ikan*) dan dengan menggunakan cermin khusus untuk menangkap citra disekitarnya. Solusi tersebut dapat saja kita lakukan namun solusi tersebut memerlukan alat alat dan biaya yang kurang efektif. *Image mosaic* dilakukan melalui tiga proses utama, yaitu *Image Regristation*, *Image Warping*, dan *Image Compositing*.

Salah satu metode untuk implementasi *Image Mosaic* adalah metode phase correlation, melalui metode ini akan didapat sebuah transformasi yang nanti akan dijadikan acuan dalam melakukan penggabungan image. Metode ini mampu menangani image yang memiliki

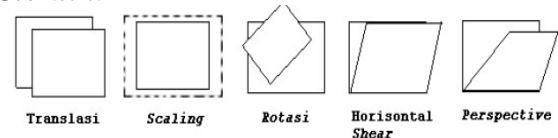
noise karena bekerja melalui sinyal, jika dibandingkan dengan metode lain yang menbandingkan pixel yang berkoresponden.[4]

### 2.2 Image Regristation

*Image regristation* adalah teknik untuk menyesuaikan dua citra atau lebih yang nantinya akan dijadikan acuan dalam melakukan penggabungan image. Didalam image regristation kedua citra akan diolah melalui metode phase correlation yang nanti akan didapat matriks transformasinya. Setelah ditemukan matrik transformasi maka akan dilakukan proses *Image Warping*. [4]

### 2.3 Image Warping

*Image warping* adalah proses menata ulang setiap piksel pada suatu citra . Proses ini memiliki beberapa cara antara lain translasi, *scaling*, rotasi, *shear*, dan *perspective*. Cara-cara tersebut sering disebut *transformasi Geometri*.



Gambar 1 Jenis Jenis Warping

### 2.4 Image Compositing

*Image Compositing* adalah proses penggabungan dua gambar, sehingga menghasilkan satu gambar.[4] Ada beberapa metode 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*.

$$I(x, y) = \frac{I_2(x, y) + I_1(x, y)}{2} \quad (1)$$

dimana:

$I_1(x, y)$  adalah intensitas warna piksel (x,y) gambar yang pertama

$I_2(x, y)$  adalah intensitas warna piksel (x,y) pada gambar yang kedua

2. Memakai intensitas warna dari salah satu gambar untuk mengisi bagian-bagian yang *overlapping*.

$$I(x, y) = I_1(x, y) \quad (2)$$

dimana :

$I_1(x, y)$  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. Untuk mencari bobot setiap piksel dapat digunakan.

$$w(x, y) = (1 - \left|1 - \frac{2x}{width}\right|)(1 - \left|1 - \frac{2y}{height}\right|) \quad (3)$$

Kemudian untuk nilai intensitas warna piksel untuk bagian yang *overlapping* didapatkan dari :

$$I(x, y) = \frac{\sum_i w_i(x, y) \cdot I_i(x, y)}{\sum_i w_i(x, y)} \quad (4)$$

## 2.5 Transform Forier

Secara umum, metode yang digunakan dalam pengolahan citra dibagi menjadi 2 kelompok yaitu metode spatial domain dan metode frekuensi domain. Pada metode spatial domain citra diolah berdasarkan nilai pixel secara langsung.

*Transformasi Fourier* dinamakan atas Joseph Fourier, ahli matematika dari Prancis menemukan bahwa: “*setiap fungsi periodik (sinyal) dapat dibentuk dari penjumlahan gelombang-gelombang sinus/cosines*”. [23]

*Transformasi Fourier* dibagi menjadi 2 yaitu transformasi fourier diskrit dan transformasi fourier kontinu.

### a. Transformasi Fourier 1 Dimensi

Rumus untuk *transformasi fourier* kontinu :

$$\begin{aligned} F(U) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \exp[-2j\pi ux] dx \\ f(x) &= \int_{-\infty}^{\infty} F(u) \exp[2j\pi ux] du \\ \text{euler formula: } \exp[-2j\pi ux] &= \cos 2\pi ux - j \sin 2\pi ux \end{aligned} \quad (5)$$

Rumus untuk *transformasi fourier* diskrit :

$$\begin{aligned} F(U) &= \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \exp[-2j\pi ux/N] \\ f(x) &= \frac{1}{N} \sum_{u=0}^{N-1} F(u) \exp[-2j\pi ux/N] \end{aligned} \quad (6)$$

### b. Transformasi Fourier 2 Dimensi

Rumus untuk *transformasi fourier* kontinu :

$$\begin{aligned} M &= \text{TinggiCitra (jumlah baris)} \\ N &= \text{LebarCitra (jumlah kolom)} \end{aligned}$$

-Kontinu

$$\begin{aligned} F(u, v) &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \exp[-2j\pi(ux + vy)] dx dy \\ f(x, y) &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(u, v) \exp[-2j\pi(ux + vy)] du dv \end{aligned} \quad (7)$$

Rumus untuk *transformasi fourier* diskrit :

- Diskrit

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \exp \left[ -2\pi i \left( \frac{xu}{M} + \frac{yv}{N} \right) \right]$$

$$f(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} F(u, v) \exp \left[ 2\pi i \left( \frac{xu}{M} + \frac{yv}{N} \right) \right] \quad (8)$$

- Domain spatial  $\rightarrow$  x dan y pada  $f(x, y)$
- Domain frekuensi  $\rightarrow$  u dan v pada  $F(u, v)$
- Magnitude  $F(u, v)$  adalah

$$[F(u, v)] = [R^2(u, v) + I^2(u, v)]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

## 2.6 Deteksi Tepi

*Edge* atau sisi adalah tempat-tempat dimana tingkat perubahan intensitas paling tinggi. Tempat perubahan intensitas dan sekitarnya dikonversi menjadi bernilai nol atau sehingga mengubah citra menjadi citra biner. Kriteria untuk menentukan lokasi terjadinya tingkat perubahan intensitas yang mendadak ada 2 jenis yaitu :

1. Nilai turunan pertama intensitas adalah lebih besar dari *magnitude* batas ambang (*threshold*) tertentu.

2. Nilai turunan kedua intensitas mempunyai sebuah “*Zero Crossing*”

Terdapat beberapa cara untuk melakukan deteksi tepi salah satu cara deteksi tepi adalah deteksi tepi ‘Canny’. Deteksi tepi canny ditemukan oleh John F.Canny pada tahun 1986. Memiliki 5 langkah pada algoritma deteksi tepi canny:

1. **Smoothing** : Digunakan dalam proses blurring untuk mengurangi noise.
2. **Ditemukan Gradient**: Tepi ditandai pada gradient citra yang memiliki *magnitude* yang besar.
3. **Non-Maximum suppression**: Dilakukan mengubah tepi blurred menjadi tepi yang lebih tajam.
4. **Double Thresholding** : Proses ini digunakan untuk mengatasi jika ada tepi yang terbentuk karena noise pada image.
5. **Edge Tracking by hyteresis**: Akan dilakukan pencarian jika terdapat tepi yang lemah, maka akan dihapus.[21]

## 2.7 Phase Correlation

*Phase Correlation Algoritma* adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam menggabungkan dua atau lebih citra menjadi sebuah citra yang memiliki citra yang lebar (*Image Mosaic*). Metode *Phase Correlation* merupakan salah satu cara dalam proses *Image Regristation* untuk mendapatkan korelasi antar image inputan.

Korelasi tersebut dapat dideskripsikan sebagai berikut, jika  $f_1(x, y)$  dan  $f_2(x, y)$  didalam domain ruang :

$$f_1(x, y) = f_2(x - x_0, y - y_0) \quad (10)$$

Dimana  $f_1(x, y)$  dan  $f_2(x, y)$  adalah nilai keabuan dari kedua gambar dan  $(x_0, y_0)$  adalah translasi diantara inputan gambar. Matriks translasi  $(x_0, y_0)$  didapat dengan melakukan Transformasi Fourier 2D. Setiap image inputan akan diolah dijadikan domain frekuensi sehingga akan

dihasilkan  $F_1(\omega_x, \omega_y)$  dan  $F_2(\omega_x, \omega_y)$ , dan memiliki korespondensi transform fourier yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$F_1(\omega_x, \omega_y) = e^{-j(\omega_x x_0 + \omega_y y_0)} F_2(\omega_x, \omega_y) \quad (11)$$

Terdapat *cross power spectrum* yang dirumuskan sebagai berikut :

$$F_1(\omega_x, \omega_y) = F_2^*(\omega_x, \omega_y) \quad (12)$$

Dimana \* adalah conjugate operator, dan *cross power spectrum* dapat dinormalkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{F_1(\omega_x, \omega_y) \cdot F_2^*(\omega_x, \omega_y)}{[F_1(\omega_x, \omega_y) \cdot F_2^*(\omega_x, \omega_y)]} = e^{-j(\omega_x x_0 + \omega_y y_0)} \quad (13)$$

Invers fourier transform diimplementasikan kedalam rumus diatas, sehingga sebuah phase korelasi  $d$  didapatkan sebagai berikut :

$$d = F^{-1} \left[ \frac{F_1(\omega_x, \omega_y) \cdot F_2^*(\omega_x, \omega_y)}{[F_1(\omega_x, \omega_y) \cdot F_2^*(\omega_x, \omega_y)]} \right] \quad (14)$$

Phase correlation  $d$  akan didapat dalam bentuk  $\delta$  fungsi array 2 dimensi. Dalam kenyataannya, akan dihasilkan *peak value* di dalam  $\delta$  fungsi array. Jika kedua gambar sama maka akan dihasilkan sebuah nilai *peak value*. Namun dalam kenyataannya, image inputan tidak selalu sama persis, sehingga akan dihasilkan *peak value* yang lebih dari satu dalam  $\delta$  fungsi array. Akan dicari nilai maksimum *peak value* yang sesuai dengan nilai  $\delta(x-x_0, y-y_0)$ , dimana  $x_0$  dan  $y_0$  adalah translasi dari dua gambar.[22][2]

## 2.8 MSE dan PSNR

### a. MSE (Mean Squared Error)

Merupakan cara untuk mengukur kesalahan yang terjadi pada citra hasil dengan membandingkan dengan citra awal. Semakin kecil nilai MSE yang dihasilkan maka citra hasil semakin baik.[24][12][13]

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i, j) - K(i, j)]^2 \quad (15)$$

### b. PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

Digunakan untuk kualitas citra yang dihasilkan dengan membandingkan dengan citra inputan. Hasil PSNR dihasilkan dalam satuan dB, semakin besar nilai PSNR maka citra yang dihasilkan baik..[12][13][24]

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{MAX_1^2}{MSE} \right) \quad (16)$$

$$PSNR = 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{MAX_1}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (17)$$

## 2.9 Normalized Cross Correlation

Normalized Cross Correlation digunakan untuk membandingkan hasil citra mosaic dengan citra awal. Nilai yang dihasilkan antara 0-1 jika nilai mendekati 1 maka tingkat kesamaannya tinggi sehingga image mosaic yang dihasilkan juga baik.[13]

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - A)(B_{mn} - B)}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - A)^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - B)^2)}} \quad (18)$$

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.00-0.199	Sangat Rendah
0.20-0.399	Rendah
0.40-0.599	Sedang
0.60-0.799	Kuat
0.80-1.00	Sangat Kuat

## 2.10 MOS

MOS (Mean Opinion Square) adalah suatu cara pengukuran suatu hasil (image panorama) secara subyektif. Perhitungan MOS dengan nilai rentang 1 sampai 5 untuk mengidentifikasi kualitas citra.

Berikut formula perhitungan MOS

$$MOS = \frac{\sum_{i=1}^n Opinion\ score - i}{n} \quad (19)$$

**Keterangan:**

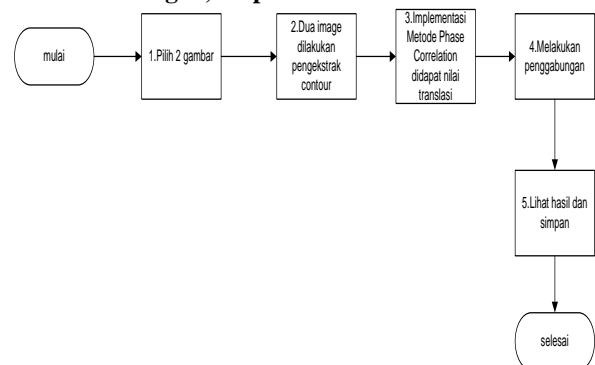
N=jumlah penilai

No	Quality/Kualitas	Keterangan
1	Excellent/Sangat baik	Citra tergabung dengan baik
2	Good/Baik	Citra dapat tergabung tetapi terdapat sedikit pergeseran pada citra panorama yang dihasilkan
3	Fair/Cukup	Citra dapat digabung tetapi terdapat banyak pergeseran pada citra panorama yang dihasilkan
4	Poor/Kurang	Citra dapat tergabung tetapi hasilnya tidak sesuai dengan citra asli
5	Bad/Buruk	Citra tidak dapat tergabung sama sekali

Tabel 2-3: Tabel Perhitungan MOS

Pada percobaan MOS dilakukan dengan mengambil beberapa orang yang akan dijadikan volunteer.

## 3. Perancangan, Implementasi dan Hasil



Gambar 2 Deskripsi Sistem secara umum

Perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 2. Gambar 2 merupakan proses secara umum dalam melakukan penggabungan image, dimana awalnya terdapat 2 image yang nanti akan dilakukan pengekstrakan image. Setelah didapat image contour, maka didapat nilai translasi dengan menggunakan metode *Phase Correlation Algorithm*. Nilai translasi dijadikan modal dalam melakukan penggabungan.

Perhitungan korelasi digunakan untuk melakukan pengurutan secara sequensial, dalam hal ini inputan image secara acak. Nilai korelasi diambil dari perbandingan daerah overlap, yang akan dijadikan sebagai acuan apakah image dapat digabung atau tidak.



Gambar 3 Keterhubungan 2 image daerah overlap.



Gambar 4 daerah overlap

Gambar 3 menunjukkan 2 buah image yang memiliki keterhubungan dengan ditunjukkan adanya daerah overlap antara kedua image. Gambar 4 menunjukkan terdapat 2 buah image, image atas (dimisalkan gambar OA) merupakan daerah overlap yang berasal dari image A, dan image bawah (dimisalkan gambar OB) merupakan daerah overlap yang berasal dari image B. Gambar OB dan OA dilakukan perhitungan korelasi akan didapat sebuah nilai yang akan ketahui apakah image tersebut dapat digabung apa tidak.

Sehingga diperlukan sebuah nilai R-Threshold yang digunakan sebagai perbandingan untuk dilakukan penggabungan atau tidak. Perhitungan R-Threshold dilakukan dengan melakukan beberapa percobaan terhadap image yang memiliki daerah yang overlap kemudian dilakukan perhitungan nilai korelasi. Selain itu, dilakukan percobaan terhadap image yang tidak memiliki overlap, kemudian dilakukan perhitungan korelasi. Tabel 1 dijelaskan nilai korelasi terhadap image yang memiliki daerah

overlap. Tabel 2 dijelaskan nilai korelasi terhadap image yang tidak memiliki daerah overlap.

Tabel 1 Hasil perhitungan korelasi image overlap

No	Image Inputan Overlap	X
1	Gunung 2 dan Gunung 4	0.6800
2	Gunung 2 dan Gunung 3	0.6814
3	Gunung 2 dan Gunung 5	0.7280
4	pintu A dan Pintu B	0.7313
5	Gunung 1 dan Gunung 2	0.8093
6	Gunung 5 dan Gunung 6	0.8132
7	Jalan A dan Jalan BI	0.8208
8	Jalan A dan Jalan BH	0.8309
9	Jalan A dan Jalan BC	0.8451
10	Jalan A dan Jalan B	0.8460
11	wallstreet4 dan wallstreet5	0.8801
12	Bukit1 dan Bukit2	0.9208
13	wallstreet3 dan wallstreet4	0.9267
14	wallstreet2 dan wallstreet3	0.9448
15	Bukit1 dan Bukit3	0.9454
16	Bukit2 dan Bukit3	0.9488
17	wallstreet1 dan wallstreet3	0.9695
18	wallstreet1 dan wallstreet2	0.9777
19	Apel sama 1 dan Apel sama 2	0.9954
20	apel A dan apel B	0.9976

Tabel 2 nilai korelasi image non overlap

No	Image Inputan Berbeda	Y
1	Apel 1 dan Apel 3	0.0165
2	Apel 2 dan Apel 3	0.1653
3	Gunung 2 dan Gunung 6	0.2638
4	pintu A dan Bukit 1	0.2695
5	wallstreet 2 dan wallstreet 5	0.2827
6	wallstreet 2 dan wallstreet 4	0.3195
7	Beda A dan Beda B	0.3396
8	Gunung 1 dan Gunung 3	0.4014
9	wallstreet 1 dan wallstreet 5	0.4253
10	Bukit3 dan Bukit4	0.4698
11	wallstreet 3 dan wallstreet 6	0.4835
12	wallstreet 1 dan wallstreet 6	0.4880
13	Gunung 1 dan Gunung 4	0.5308
14	Bukit2 dan Bukit 4	0.5331
15	Gunung 1 dan Gunung 5	0.5378
16	wallstreet 2 dan wallstreet 5	0.5526
17	Gunung 1 dan Gunung 6	0.6443
18	Bukit1 dan Bukit 4	0.6857
19	wallstreet 1 dan wallstreet 4	0.6959

Dari nilai korelasi yang didapat tabel 1 dan tabel 2 didapat nilai korelasi minimal inputan image yang memiliki daerah overlap, dan nilai korelasi maksimal dari inputan image yang tidak memiliki daerah overlap. Didapat nilai R-Threshold sebagai berikut :

$$R - Threshold = \frac{0.68 + 0.6959}{2} = 0.68795 \quad (20)$$

R-Threshold yang didapat akan digunakan dalam pengurutan. Perancangan pengurutan dilakukan dengan melakukan pengecekan seluruh kemungkinan urutan image, setiap kemungkinan dilakukan pengecekan dengan menghitung nilai korelasi image urutan tersebut. Nilai korelasi yang didapat akan dibandingkan dengan R-Threshold jika nilai korelasi lebih tinggi maka dapat dikatakan urutan image valid dan image dapat dilakukan penggabungan.

Kemungkinan urutan image :

Inputan Image berjumlah 2:

A,B

B,A

Inputan Image berjumlah 3:

(A,B,C)

(A,C,B)

(B,A,C)

(B,C,A)

(C,B,A)

(C,A,B)

Pengujian dilakukan dengan membagi image awal menjadi 2 buah image, pengambilan gambar secara langsung terjadi perubahan intensitas sehingga dilakukan simulasi perubahan intensitas pada salah satu image inputan, selain itu pengujian dengan melakukan serangan pada image dengan mengecilkan image, kemudian memperbesar lagi sesuai dengan ukuran awal sehingga terdapat image yang pecah.

Tabel 3 Pengujian Method Phase Correlation

Algoritma

Kasus Uji	Row	Col
Image Jalan C dan Jalan D	51	135
Image Jalan C dan Jalan D (Contrast D naikan 3)	51	135
Image Jalan C dan Jalan D (Brightness D diturunkan 5)	51	135
Image Jalan C dan Jalan D (Brightness C dinaikkan 5)	51	135
Image Rose1 dan Rose2	0	267
Image Rose 1 dan Rose 2 (Contrast Rose2 dinaikkan 5)	0	267
Image Rose 1 dan Rose 2 (Brightness Rose2 diturunkan 5)	0	267
Image Rose 1 dan Rose 2 (Brightness Rose1 dinaikkan 5)	0	267
Image Sandiego 1 dan Image sandiego 2	0	450
Image sandiego 1 80 dan Image sandiego 2 80	0	450
Image Sandiego 1 dan Image sandiego 2 80	0	450
Image Sandiego 1 dan Image sandiego 2 50	0	450
Image Sandiego 1 50 dan Image sandiego 2 50	0	450

Pada table 3 diatas menunjukkan nilai pergeseran tetap meskipun inputan image diubah intensitasnya dan perubahan ukuran.

Percobaan berikutnya dengan membandingkan image hasil sistem dengan image awal, dilakukan perhitungan cross correlation, psnr, dan mos. Selain itu terdapat percobaan dengan menggunakan data image kamera secara manual, analisis dilakukan dengan menggunakan MOS, karena tidak ada image awal sebagai acuan.

Tabel 4 Tabel Hasil Percobaan yang dilakukan

No	Percobaan	Corr elati on	PSNR	MO S
1	Flower	0.99	45,76	4,94
2	Apel	0.99	45,46	4,94
3	Foto 3x4	0.99	39,86	4,63
4	Pendaki	0.99	43,06	4,94
5	Christ Redeemer	0.99	39,55	4,88
6	Sandiego	0.99	36,82	4,69
7	Foto 3x4 beda intensitas	0.99	28,59	4,19
8	Pendaki Beda Intensitas	0.98	48,10	4,25
9	Sedona Beda intensitas	0.95	38,82	4,63
10	Chicago	0.99	37,17	4,63
11	Chicago Beda intensitas	0.99	29,00	4,63
12	Pintu			3.93
13	Handuk			3
14	Poltek			3.13
	<b>Rata-Rata</b>	<b>0,99</b>	<b>39,29</b>	<b>4,38</b>

Tabel 4 menunjukkan percobaan dilakukan dengan beberapa percobaan dengan hasil korelasi rata rata sebesar 0.99 dan PSNR 39.39, dan MOS 4.48. Dari hasil percobaan tersebut hasil yang image panorama yang dihasilkan oleh sistem baik.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berikut beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari percobaan dan pengujian konstruksi image panorama menggunakan metode *Phase Correlation*:

1. Metode *Phase Correlation Algorithm* dapat diterapkan dalam pembentukan image panorama, dan mampu mengatasi perbedaan pengambilan karena dalam kenyataannya terdapat perbedaan intensitas dan resolusi saat melakukan pengambilan image.

2. Penerapan perhitungan korelasi bertujuan membantu dalam melakukan pengurutan image secara sequensial dimana kondisi sebelumnya inputa image berupa urutan image secara acak. Sehingga R-Threshold membantu dalam pembentukan panoramic image secara offline.

Untuk pengembangan lebih lanjut, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Pembentukan image panorama dengan cara lain yang lebih baik.
2. Sistem dapat mengatasi penggabungan image diberbagai kondisi (intensitas, scalling, rotasi)

3. Pembentukan image panorama dengan inputan secara acak dapat dilakukan dengan menentukan R-Threshold melalui perhitungan yang lain yang lebih baik.

4. Sistem dapat mengatasi inputan berupa video membentuk sebuah image panorama.

#### Daftar Pustaka:

- [1] Vinod D.S, Akshatha R.Bhat, ShivaPrakash M “*Intensity Based Image Mosaicing*” International Journal Of Education And Information Technologies
- [2] Zhang Jing, Wang Chang-shun, Liao Wu-Ling, “*An Image Mosaic base on Improved Phase Correlation* ” International Journal and Communication Technologi 2010W
- [3] Wang Yue, WU Yun-Dong, Wang Hu, “*Free Image Regristation And Mosaicing Based On TIN and Improved Szeliski Algorithm*” Jimei University
- [4] Adipranata, Rudi, Hendro Lito, Cherry G Balangan. “*Implementasi Panoramic Image Mosaic dengan Metode 8 Parameter Perspektif Transformation*”. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- [5] Isnanto, R Rizal, Achmad Hidayanto, Wahyu Nugroho Santoso .”*Pemosaikan Pada Citra dengan Tingkat Kecerahan, Kontras, Jenis Derau, dan Tingkat Derau yang berbeda*”. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro.
- [6] Heikkila, Marko dan Matti Pietakainen, 2005, “*An Image Mosaicing Module for Wide Area Surveillance*”. University of Oulu, Finland.
- [7] Ren, Xuefeng, Guangrong Tang. “*Improving Video Resolution by Image Mosaics*”. World Academy of Science, Engineering ann Technology 2005.
- [8] Szeliski, Richard dan Heung-Yeung Shun. “*Panoramics Image Mosaic*”. Microsoft Research.
- [9] Xing, Cheng, Jinling Wang, Yaming Xu . “*An Optimal Seam Line Based Mosaic Method For UAV Sequence Images*”. School of Geodesy and Geometrics, Wuhan University, China.
- [10] Zhi, Qi, Jeremy R Cooperstock. “*Depth-based Image Mosaicing for Both Static and Dinamic Scenes*”.
- [11] Wikipedia [http://en.wikipedia.org/wiki/Panoramic\\_photography](http://en.wikipedia.org/wiki/Panoramic_photography) diakses 20 September 2010
- [12] Christian,Husein.”*Analisis dan Implementasi Feature Based Image Mosaicing untuk Pembentukan Citra Panorama*”. Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom
- [13] Nuryanti, Novi. “*Implementasi Image Mosaicing Dengan Metode 8-Parameter*

- Perspective Transformation Untuk Pembentukan Citra Panorama*". Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom.
- [14] Wikipedia  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_registration](http://en.wikipedia.org/wiki/Image_registration)  
 diakses 20 September 2010
  - [15] Ito, Koichi. "A Finger Print Matching Algorithm Using Phase-Only Correlation".2003.Tohoku Institute of Technology.
  - [16] Koschan,Andreas. "Multiperspective mosaics for under vehicle inspection".The University of Tennessee, Knoxville,USA
  - [17] Kurz,F."Automatic Traffic Monitoring With An Airbone Wide-Angle Digital Camera System For Estimation Of Travel Times". Remote Sensing Technology Institut, Germany.
  - [18] Iqbal,Muhammad."Dasar Pengolahan Citra Menggunakan Matlab".Institut Pertanian Bogor.2001
  - [19] Ramadhani, Dian Wulan. "Pembuatan Video Panorama Dengan Menggunakan Image Mosaic dan Transformasi epipolar".Institut Teknologi Sepuluh November.2007
  - [20] Away, Gunaidi Abdia. "Matlab Programming". Bandung: Penerbit Informatika
  - [21] Wijaya, Marvin Ch dan Agus Prijono. "Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab".Bandung:Penerbit Informatika
  - [22] Wijaya, Arya Yudhi, Agus Zainal Arifin, Diana Purwitasari."Regristasi Citra Non-Iteratif Dengan Pseudo Polar Fourier Transform". Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh November
  - [23] Zulkaryanto,Eko."Transformasi Fourier 1-Dimensi". Institut Pertanian Bogor
  - [24] [http://en.wikipedia.org/wiki/Peak\\_signal-to-noise\\_ratio](http://en.wikipedia.org/wiki/Peak_signal-to-noise_ratio) diakses pada tanggal 19 April 2011
  - [25] [http://www.cvmt.dk/education/teaching/f09/VGIS8/AIP/canny\\_09gr820.pdf](http://www.cvmt.dk/education/teaching/f09/VGIS8/AIP/canny_09gr820.pdf) diakses 21 April 2011



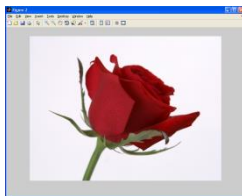
**Lampiran  
Flower**  
Image Awal



Image yang dipisah



Image Hasil



**Apel**  
Image Awal



Image yang dipisah

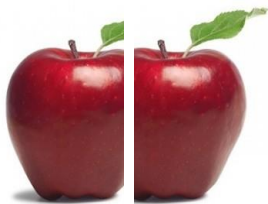
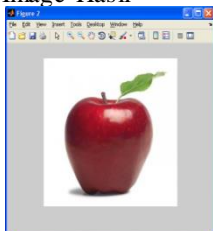


Image Hasil



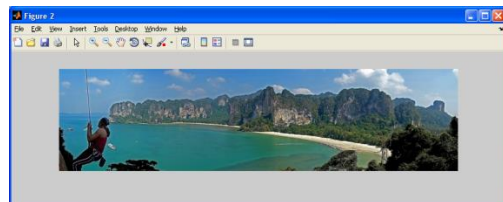
**Pendaki**  
Image Awal



Image yang dipisah



Image Hasil



**Sandiego**  
Image Awal



Image yang dipisah





Image Hasil

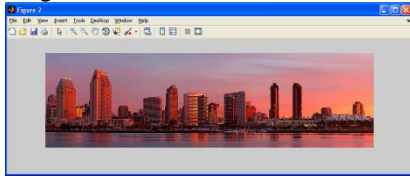


Foto 3x4

Image Awal



Image yang dipisah



Image Hasil



Christ Redeemer

Image Awal



Image yang dipisah



Image Hasil

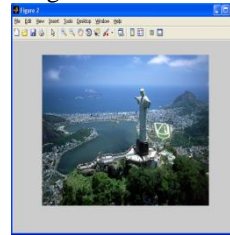


Foto 3x4 Beda Intensitas

Image Awal



Image yang dipisah



Image Hasil



Pendaki beda Intensitas

Image Awal



Image yang dipisah



Image Hasil



Image 3 Inputan

Image Awal



Image yang dipisah

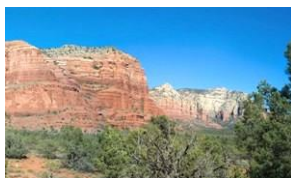
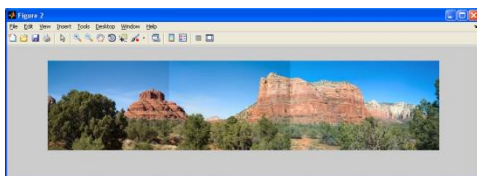


Image Hasil



Inputan 4 Image

Image Awal



Image yang dipisah



Image Hasil



Pintu

Image Inputan

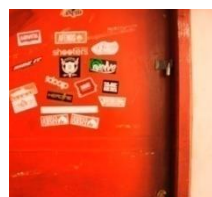


Image Hasil



## Handuk

Image Inputan



Image Hasil



## Poltek

Image Inputan

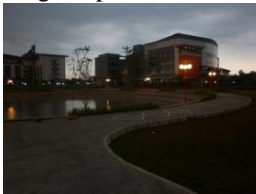


Image Hasil

