

ARTIKEL RISET

Metode Penggabungan Citra (*Image Stitching*) Menggunakan Algoritma SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) dengan Variasi Daerah *Overlapping*

Widhi Mahardi Darma^{*}, Riva Fauzia and Gede Bayu Suparta

Received: Jan 13, 2021 | Accepted: Sept 22, 2021 | Published: Sept 25, 2021 | DOI: 10.22146/jfi.v25i1.63111

Ringkasan

Radiografi digital biasanya dapat mencitrakan area obyek yang pendek untuk sekali ekposi. Citra yang mencakup area obyek yang lebih panjang diperlukan untuk mendiagnostik penyakit. Pada penelitian ini dikembangkan upaya untuk mendapatkan citra yang panjang dengan resolusi yang tinggi. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra radiografi digital simulasi. Citra simulasi yang digunakan berupa citra tubuh manusia. Data citra dipotong menjadi dua bagian dengan daerah *overlapping* yang variasi 100 piksel, 125 piksel dan 150 piksel. kedua citra tersebut disambung dengan algoritma SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) pada *OpenCV* di *Python*. Hasil penggabungan dibandingkan dengan citra asli berdasarkan profil *image subtraction*, histogram dan DIC (*Digital Image Correlation*). Hasil berdasarkan citra *subtraction* menunjukkan citra hasil penggabungan sama dengan citra asli pada daerah *overlapping* 150 piksel. hasil histogram menunjukkan daerah distribusi *gray level* berada pada nilai piksel 0 (hitam). Hasil analisis DIC menunjukkan nilai regresi 1,0 pada daerah *overlapping* 150 piksel.

Kata Kunci : *image stitching, subtraction, digital image correlation, histogram.*

Abstract

Digital radiography is usually able to image the immediate area of an object for one exposure. Image covering a longer area of the object needed to diagnose disease. In this study, an effort was developed to obtain a long image with high resolution. The data used in this research is simulated digital radiographic image data. The simulation image used is an image of the human body. Image data is cut into two parts with overlapping areas with variations of 100 pixels, 125 pixels and 150 pixels. the two images are connected using the SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) algorithm in *OpenCV* in *Python*. The merged result is compared with the original image based on the reduction of the profile image, histogram and DIC (*Digital Image Correlation*). The result based on image reduction shows the merged image is the same as the original image in the 150 pixel overlapping area. The histogram results show that the distribution area of the gray level is at pixel value 0 (black). The results of the DIC analysis show a regression value of 1.0 in the overlapping area of 150 pixels.

Keywords: *image stitching; subtraction; digital image correlation; histogram.*

1 PENDAHULUAN

Radiografi merupakan salah satu metode pencitraan yang memanfaatkan sumber sinar-X. Sistem radiografi

dibagi menjadi dua yaitu radiografi konvensional dan radiografi digital. Keuntungan dari radiografi digital adalah mampu menghasilkan citra digital yang dapat diolah dengan mudah [1]. Radiografi digital hanya dapat mencitrakan area yang pendek dalam sekali ekposi. Contohnya seperti tulang belakang yang tidak dapat dicitrakan secara penuh dan panjang. Keuntungan memiliki citra yang penuh dan panjang

^{*} Correspondence: widhi.m.d@mail.ugm.ac.id

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Full list of author information is available at the end of the article

[†] Equal contributor

adalah memudahkan dalam temuan patologis seperti skoliosis, asimetri atau pinggul yang miring [2]. Cara mendapatkan citra yang panjang adalah dengan menggabungkan dua buah citra menjadi satu. Dalam ekposi beberapa citra akan mendapatkan area yang sama disebut area tumpang tindih. Area citra yang tumpang tindih adalah area yang dijarit (*stitched*). Hasil citra penggabungan citra dengan metode stitching memiliki resolusi tinggi dan panjang [3].

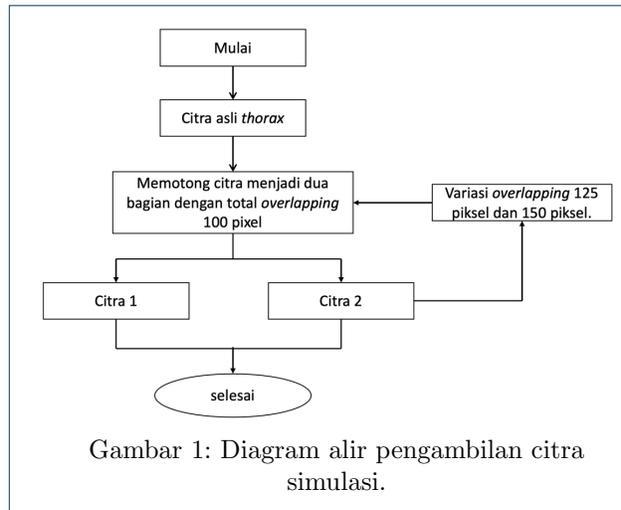
Proses utama dari penggabungan citra adalah deteksi titik fitur (*keypoints*) yang sama antara dua buah citra kemudian dijarit (*stitched*). Terdapat beberapa algoritma dalam pembuatan fitur keypoints, yaitu SURF, SIFT dan PCA-SIFT. Dari ketiga algoritma tersebut SIFT memiliki kestabilan dalam pencocokan citra dibanyak situasi, tetapi proses algoritmanya lebih lama dibandingkan yang lainnya [4].

Di laboratorium fisika citra UGM telah dikembangkan alat radiografi digital. Alat tersebut dapat digunakan untuk mengambil citra tunggal dengan resolusi tinggi tetapi memiliki kelemahan hasil citranya pendek. Sehingga diperlukan penelitian dalam pengembangan metode *image stitching* agar diperoleh citra yang lebih panjang dengan resolusi tinggi. Pada penelitian ini citra yang digunakan adalah citra radiografi *digital thorax* yang didapatkan dari internet. Citra asli dipotong menjadi dua bagian dengan daerah *overlapping*, kemudian citra yang dipotong disambung dengan menggunakan algoritma SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*). Hasil penggabungan citra dibandingkan dengan citra asli sebelum dipotong berdasarkan *image subtraction*, histogram dan *digital image correlation*. Hasil dari penelitian ini dapat implementasikan pada hasil citra dari alat radiografi digital yang berada di laboratorium fisika citra UGM.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji metode *image stitching* dapat berfungsi baik untuk menggabungkan citra. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh variasi daerah *overlapping* terhadap kualitas hasil penggabungan citra dan mengetahui kinerja metode penggabungan citra berdasarkan profil *image subtraction*, histogram dan *digital image correlation*.

2 METODE PENELITIAN

Proses pengambilan data, pertama memotong citra asli berupa citra *thorax* menjadi dua bagian, tetapi potongan citra harus dilebihkan 50 piksel dengan total 100 piksel (*overlapping*). Pemotongan citra menggunakan *software Python*. Hasil dari pemotongan didapatkan dua buah citra. Memvariasi daerah



overlapping dengan 125 piksel dan 150 piksel. Diagram alir pemotongan citra ditunjukkan pada Gambar 1.

Setelah didapatkan dua buah citra, proses penggabungan citra ditunjukkan diagram alir pada Gambar 2. Citra tersebut diberikan fitur *keypoints* pada kedua citra dengan menggunakan *descriptor* SIFT pada *OpenCV* di *Python*. Mencocok fitur *keypoints* terbaik pada kedua citra dengan menggunakan algoritma *drawMatches*. Selanjutnya menjalankan algoritma *findHomography* untuk menunjukkan area yang tumpang tindih. Kemudian algoritma *warpPerspective* digunakan untuk metransformasi posisi citra pertama ke bidang citra yang lain. Hasil dari algoritma *warpPerspective* terdapat daerah berwarna hitam, maka daerah tersebut dipotong dengan menggunakan fungsi *crop* (potong) pada *OpenCV* di *Python*. Hasilnya didapatkan sebuah citra *stitched* dengan resolusi yang sama.

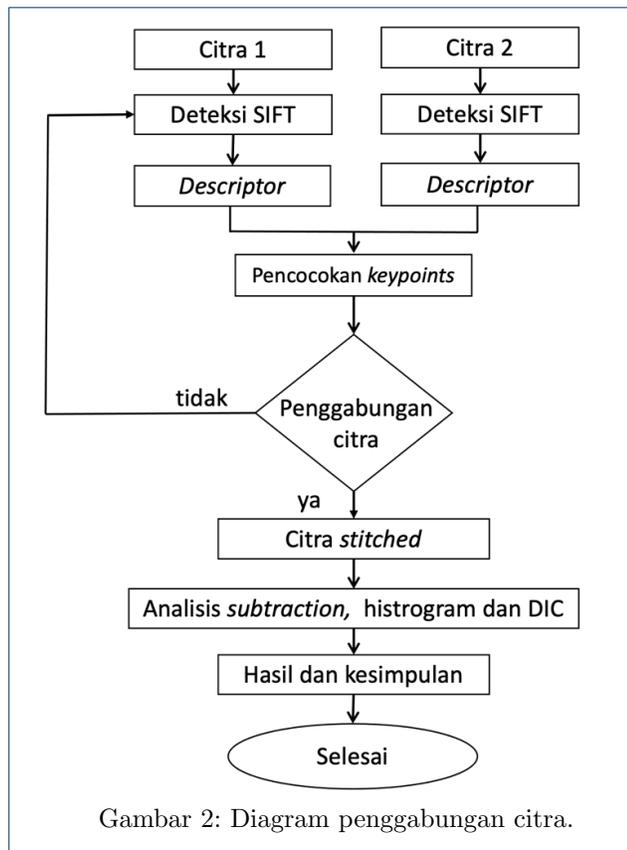
2.0.1 Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

Algoritma SIFT adalah metode yang digunakan untuk mencari fitur atau titik pada sebuah citra. Citra pada skala ruang dapat didefinisikan sebagai fungsi $L(x, y, \sigma)$ yang diperoleh dari hasil konvolusi skala *variable Gaussian*, $G(x, y, \sigma)$ dengan citra masukan $I(x, y)$ sehingga diperoleh [5].

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y) \quad (1)$$

Dimana $*$ adalah operasi konvolusi antara x dan y dan $G(x, y, \sigma)$ adalah skala *Variable Gaussian*.

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2} \quad (2)$$



Citra hasil *Difference of Gaussian* (DoG), $D(x, y, \sigma)$ diperoleh dengan melakukan operasi konvolusi pada citra masukan dengan filter DoG, maka

$$D(x, y, \sigma) = G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma) * I(x, y) \tag{3}$$

$$= L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma)$$

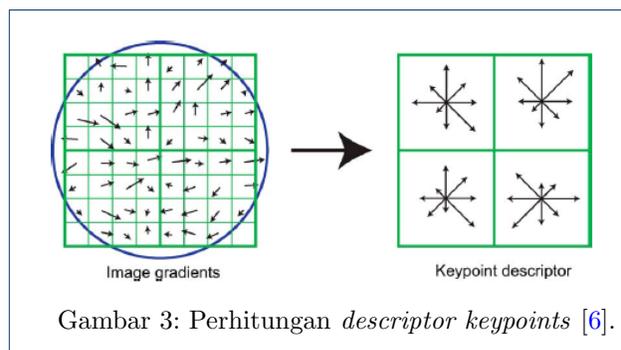
Penetapan nilai orientasi dapat dilakukan dengan menggunakan *gradient keypoint* dan arah distribusi piksel yang berdekatan [6]. Besaran *gradient* ($m(x, y)$) dan orientasi ($\theta(x, y)$) dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini

$$m(x, y) = \sqrt{((L(x + 1, y) - L(x - 1, y))^2 + ((L(x, y + 1) - L(x, y - 1))^2)} \tag{4}$$

$$\theta(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{L(x, y + 1) - L(x, y - 1)}{L(x + 1, y) - L(x - 1, y)} \right) \tag{5}$$

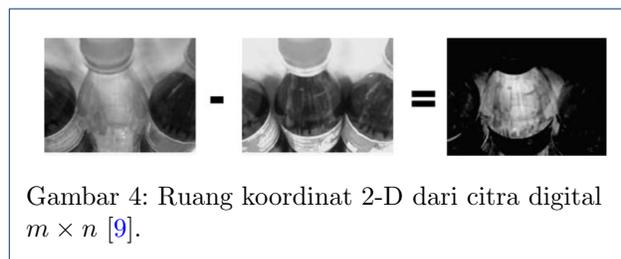
Pada proses ini masing-masing *keypoints* yang telah diorientasikan akan diberikan pencirian khusus yang

disebut *descriptor*. Perhitungan *descriptor keypoints* ditunjukkan pada Gambar 3. Fungsi pembobotan *Gaussian* dengan σ diilustrasikan pada Gambar 3 berada sebelah kiri yang dilingkari. Hasil dari perhitungan *descriptor keypoint* ditunjukkan pada Gambar 3 sebelah kanan. Hal ini memungkinkan pergeseran yang signifikan dalam posisi *gradient* dengan wilayah orientasi 4×4 . Hal ini menunjukkan delapan arah untuk setiap histogram orientasi dengan panjang setiap baris sesuai dengan besarnya histogram [7].

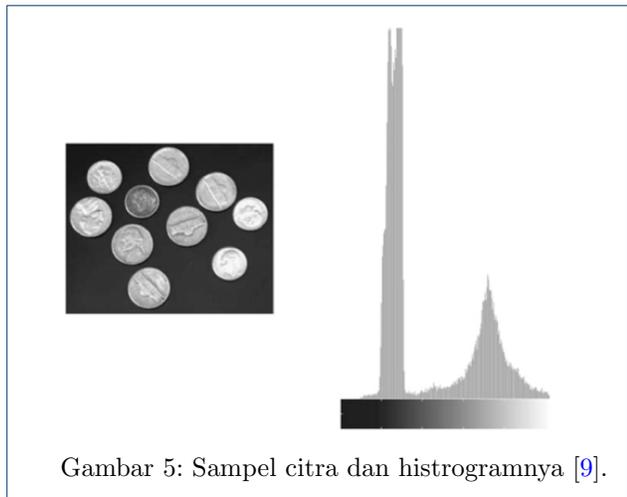


2.0.2 Subtraction dan Histogram

Hasil citra *stitched* dibandingkan dengan citra asli dengan analisis *subtraction* dan histogram. Analisis *subtraction* adalah teknik menghitung selisih antara dua buah citra pada setiap posisi piksel. Hasil dari pengurangan nilai piksel pada suatu citra menunjukkan bahwa terjadi perbedaan citra [8]. Jika didapatkan hasil citra *subtraction* tidak hitam dan nilai *gray scale* bernilai 0, maka menunjukkan kedua citra dinyatakan tidak sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Analisis histogram digunakan untuk untuk memperoleh informasi tentang nilai *gray level* pada hasil citra *subtraction*. Histogram dapat membuat plot dengan cara menghitung nilai piksel yang sering muncul pada citra. Histogram akan bertambah setiap kali nilai piksel ditemukan yang sama sehingga histogram citra dapat dibuat seperti pada Gambar 5.



Gambar 5: Sampel citra dan histogramnya [9].

2.0.3 Digital Image Correlation (DIC)

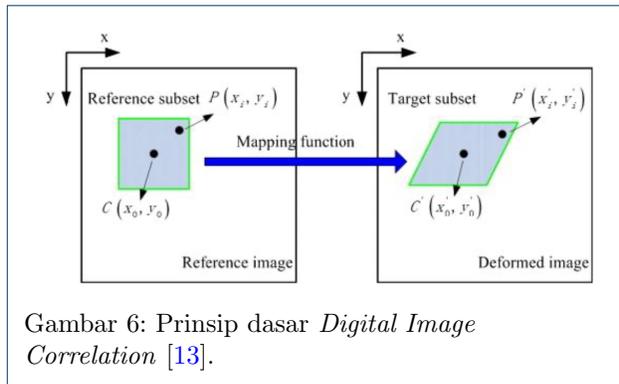
Digital image correlation (DIC) adalah teknik yang digunakan untuk mengorelasikan dua buah citra yang berbeda untuk mengetahui tingkat kesamaannya [10]. Pengukuran DIC berdasarkan dari pelacakan sekumpulan piksel yang membawa *gray value* pada citra uji dan citra referensi dengan korelasi seperti pada Gambar 6. Fungsi korelasi ditunjukkan seperti pada persamaan 6 [11].

$$C = \sum_{i=-M}^M \sum_{j=-M}^M \left[\frac{P(x_i, y_j) - f_m}{\sqrt{\sum_{i=-M}^M \sum_{j=-M}^M [f(x_i, y_j) - f_m]^2}} \cdot \frac{P'(x'_i, y'_j) - g_m}{\sqrt{\sum_{i=-M}^M \sum_{j=-M}^M [g(x'_i, y'_j) - g_m]^2}} \right]^2 \quad (6)$$

$P(x_i, y_i)$ adalah intensitas keabuan pada koordinat (x_i, y_i) di subset referensi, $P'(x'_i, y'_i)$ adalah intensitas keabuan pada koordinat (x'_i, y'_i) di subset yang dianalisis, f_m dan g_m adalah nilai rata-rata intensitas keabuan pada subset referensi dan yang dicari [12]. Plot regresi hasil DIC akan bernilai 1, jika kedua citra indentik atau sama. Jika plot regresi bernilai 0, maka kedua citra tidak memiliki korelasi. Jika plot regresi bernilai -1, maka kedua citra anti korelasi atau tidak sama [12].

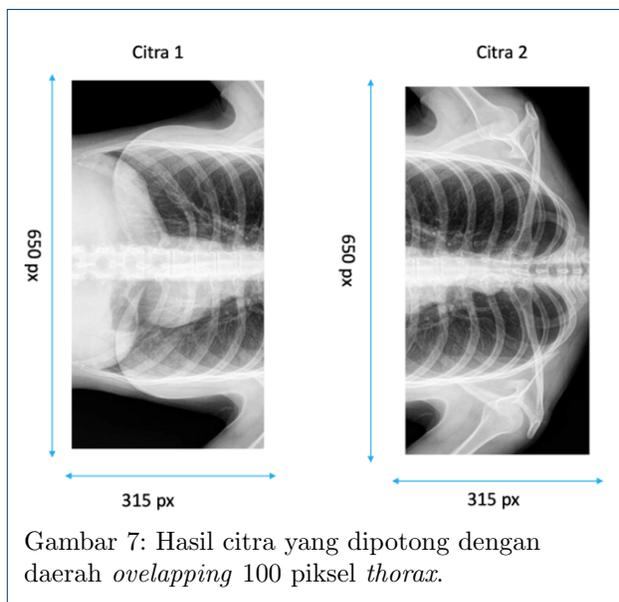
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra dipotong dipotong dengan daerah *overlapping* 100 piksel, 125 piksel dan 150 piksel. hasil pemotongan



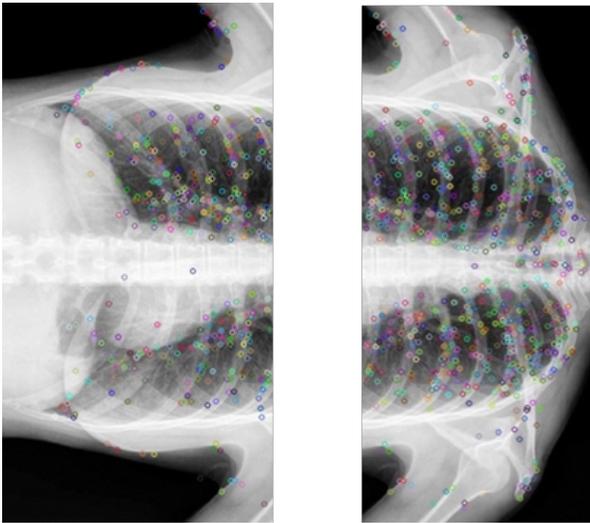
Gambar 6: Prinsip dasar Digital Image Correlation [13].

ditunjukkan pada Gambar 7. Kedua citra diberikan titik *keypoints* yang digunakan untuk mencocokkan daerah citra sama antara citra satu dengan citra dua seperti Gambar 8. Proses utama dalam penggabungan citra adalah deteksi fitur *keypoints* yang sama antara kedua citra kemudian dijarit. Pencocokan kedua citra menggunakan metode BFMatcher. Metode BFMatcher digunakan untuk mencocokkan keypoints citra pertama dan kedua. Fitur keypoints yang cocok digambarkan dengan algoritma *drawMatches* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. Setelah kedua citra digabungkan terdapat citra yang kelebihan dengan warna hitam seperti ditunjukan pada Gambar 10. Citra tersebut harus dipotong dengan menggunakan fungsi *crop* (potong). Hasil penggabungan citra *stitched* menggunakan metode *image stitching* dengan daerah *overlapping* 100 piksel dapat dilihat pada Gambar 11.

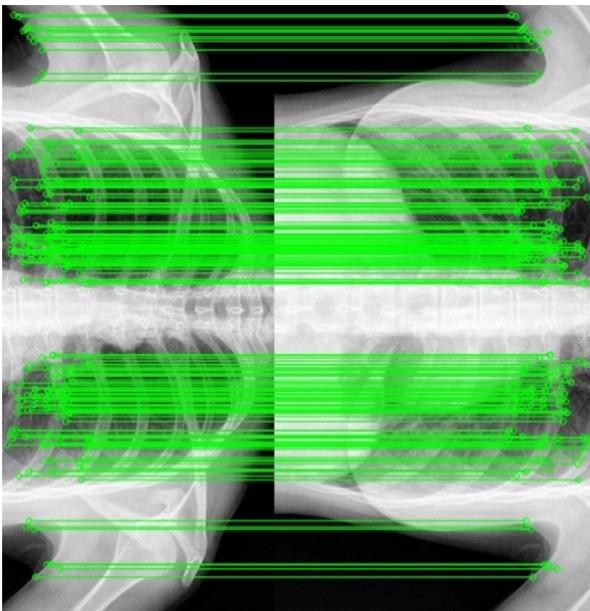


Gambar 7: Hasil citra yang dipotong dengan daerah *overlapping* 100 piksel *thorax*.

Hasil *image stitched* dibandingkan dengan citra asli menggunakan *image subtraction*, histogram

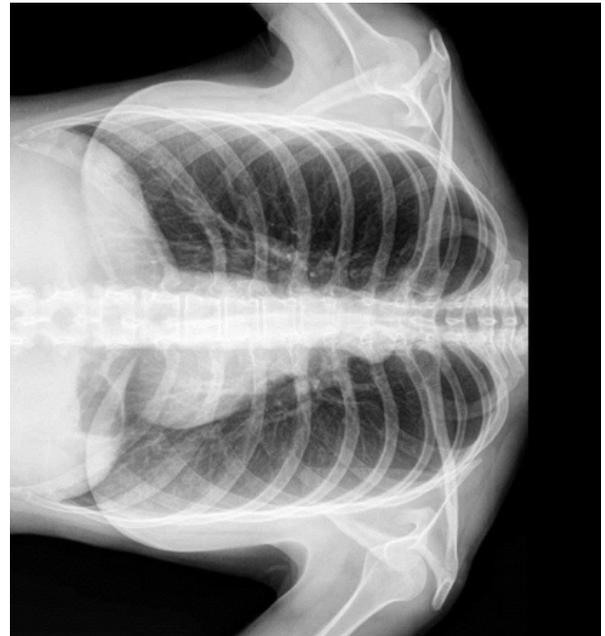


Gambar 8: Citra *thorax* dengan *keypoints*.

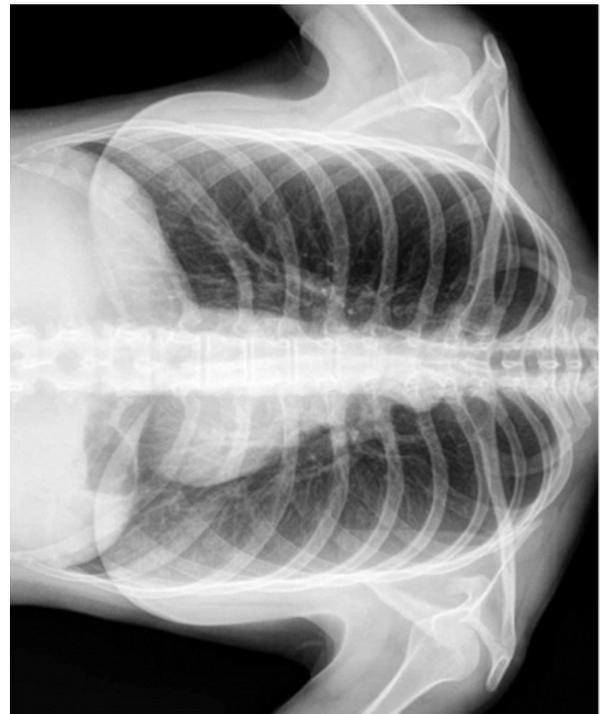


Gambar 9: Pencocokan *keypoints* antara citra satu dengan citra dua.

dan DIC. Citra yang dibandingkan pada daerah overlapping 100 piksel, 125 piksel dan 150 piksel. Hasil citra *subtraction*, histogram dan DIC dapat dilihat pada Gambar 12. Semua hasil citra *subtraction* menunjukkan semuanya berwarna hitam. Citra berwarna hitam belum dapat disimpulkan bahwa antara citra asli dengan citra *stitched* sama. Analisis histogram dibutuhkan untuk mengetahui distribusi nilai *gray level* pada citra hasil *subtraction*. Jadi didapatkan nilai *gray level* 0 maka menunjukkan



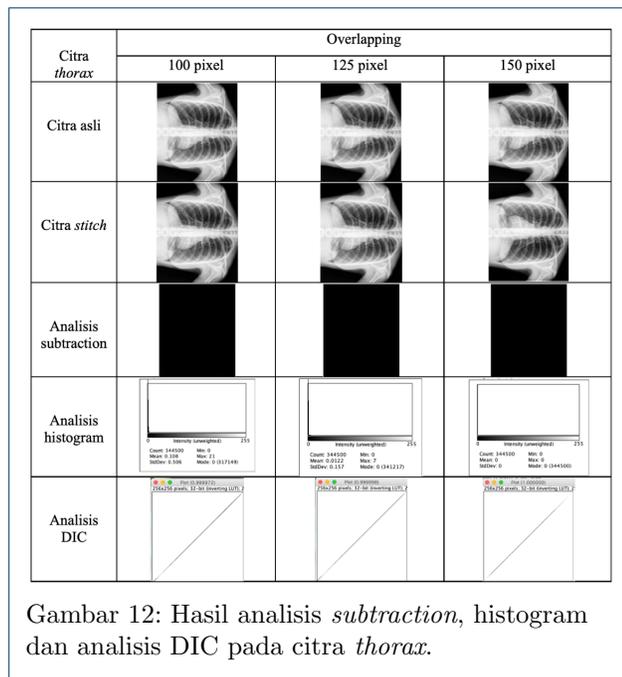
Gambar 10: Daerah citra yang berlebihan hitam.



Gambar 11: Hasil Citra *image stitched* dengan area *overlapping* 100 piksel.

bahwa citra asli dan citra *stitched* adalah sama. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada citra dengan daerah

overlapping 150 piksel yang mana memiliki nilai *gray level* 0.



Hasil dari analisis DIC didapatkan nilai regresi mendekati satu (1) untuk semua variasi daerah *overlapping* citra *thorax*. Jika variasi daerah *overlapping* semakin lebar daerahnya, maka hasil nilai regresi akan mendekati 1,0 menunjukkan bahwa citra asli dengan citra *stitched* sama. Hal tersebut ditunjukkan pada citra dengan daerah *overlapping* 150 piksel. Jika semakin panjang daerah *overlapping*, maka semakin banyak informasi yang didapatkan untuk menggabungkan kedua citra. Hasilnya citra *stitched* sama dengan citra asli.

4 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian telah didapatkan kesimpulan bahwa variasi *overlapping* berpengaruh terhadap hasil penggabungan citra. Hasil penggabungan citra yang terbaik adalah pada daerah *overlapping* lebih dari 150 piksel. Hal ini menunjukkan semakin panjang daerah *overlapping*, maka semakin banyak informasi yang didapatkan untuk menggabungkan kedua citra. Analisis *subtraction* menunjukkan bahwa citra yang dihasilkan berwarna hitam. Hasil analisis histogram menunjukkan kebanyakan sebaran nilai *gray level* mendekati 0 atau dominan berwarna hitam. Analisis

DIC menunjukkan bahwa perbandingan citra asli dan citra *stitched* memiliki nilai regresi mendekati 1. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa antara citra *stitched* dan citra asli adalah sama.

AUTHOR

- 1 Widhi Mahardi Darma

From :

(1) Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada

- 2 Riva Fauzia

Dari :

(1) Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada

- 3 Gede Bayu Suparta

Dari :

(1) Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada

Pustaka

1. Samei E, Saunders RS, Lo JY, Dobbins III JT, Jesneck JL, Floyd CE, et al. Fundamental imaging characteristics of a slot-scan digital chest radiographic system. *Medical physics*. 2004;31(9):2687–2698.
2. Yang F, He Y, Deng ZS, Yan A. Improvement of automated image stitching system for DR X-ray images. *Computers in biology and medicine*. 2016;71:108–114.
3. Bassi S, Baldini S, Rebuffat C, Sarti R, Ferretti F. First test on three stitching methods with digital detectors used in radiography. *Radiological physics and technology*. 2013;6(1):187–196.
4. Juan L, Gwon O. A comparison of sift, pca-sift and surf. *International Journal of Image Processing (IJIP)*. 2009;3(4):143–152.
5. Lowe DG. Object recognition from local scale-invariant features. In: *Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision*. vol. 2. leee; 1999. p. 1150–1157.
6. Lowe DG. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. *International journal of computer vision*. 2004;60(2):91–110.
7. Min Z, Jiguo Z, Xusheng XIE. Panorama stitching based on sift algorithm and levenberg-marquardt optimization. *Physics Procedia*. 2012;33:811–818.
8. Mudassar AA, Butt S. Improved digital image correlation method. *Optics and Lasers in Engineering*. 2016;87:156–167.
9. Solomon C, Breckon T. *Fundamentals of Digital Image Processing: A practical approach with examples in Matlab*. John Wiley & Sons; 2011.
10. Perkasa TR. TA: Rancang Bangun Pendeteksi Gerak Menggunakan Metode Image Subtraction pada Single Board Computer (SBC). Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya; 2014.
11. Pan B, Li K. A fast digital image correlation method for deformation measurement. *Optics and Lasers in Engineering*. 2011;49(7):841–847.
12. Zhong F, Quan C. Efficient digital image correlation using gradient orientation. *Optics & Laser Technology*. 2018;106:417–426.
13. Tang Z, Liang J, Xiao Z, Guo C. Large deformation measurement scheme for 3D digital image correlation method. *Optics and Lasers in Engineering*. 2012;50(2):122–130.