

Preprocessing pada Segmentasi Citra Paru-Paru dan Jantung Menggunakan *Anisotropic Diffusion Filter*

I Made Oka Widyantara¹, Agus Tommy Adi Prawira Kusuma², Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti³

Abstract — This paper propose a preprocessing techniques in lung segmentation scheme using Anisotropic Diffusion filters. The aim is to improve the accuracy, sensitivity and specificity results of segmentation. This method was chosen because it has the ability to detect the edge, namely in doing smoothing, this method can obscure noise, while maintaining the edges of objects in the image. Characteristics such as this is needed to process medical image filter, where the boundary between the organ and the background is not so clear. The segmentation process is done by K-means Clustering and Active Contour to segment the lungs. Segmentation results were validated using the Receiver Operating Characteristic (ROC) showed an increased accuracy, sensitivity and specificity, when compared with the results of segmentation in the previous paper, in which the preprocessing method used is Gaussian Lowpass filter.

Intisari — Paper ini mengajukan teknik *preprocessing* dalam skema segmentasi paru-paru menggunakan *Anisotropic Diffusion filter*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan akurasi, sensitifitas dan spesifisitas hasil segmentasi. Metode ini dipilih karena memiliki kemampuan mendeteksi tepi, yaitu dalam melakukan penghalusan, metode ini dapat mengaburkan *noise*, dengan tetap mempertahankan tepi objek pada citra. Karakteristik seperti ini sangat dibutuhkan pada proses *filter* citra medis, dimana batas antara organ dan latar belakang tidak begitu jelas. Proses segmentasi dilakukan dengan *K-means Clustering* dan *Active Contour* untuk mensegmentasi paru-paru. Hasil segmentasi yang divalidasi menggunakan metode *Receiver Operating Characteristic (ROC)* menunjukkan adanya peningkatan akurasi, sensitifitas dan spesifisitas, jika dibandingkan dengan hasil segmentasi pada paper sebelumnya, dimana metode *preprocessing* yang digunakan adalah *Gaussian Lowpass filter*.

Kata kunci - *Preprocessing, anisotropic diffusion filter, segmentasi, medical imaging, clustering, x-ray thorax*

I. PENDAHULUAN

Foto *thorax* merupakan hasil proyeksi radiografi dari rongga dada yang ditujukan untuk mendiagnosis kondisi-kondisi yang mempengaruhi rongga dada, isi dan struktur-struktur didekatnya. Foto *thorax* digunakan oleh ahli medis untuk mendiagnosis banyak kondisi yang melibatkan dinding *thorax*, tulang *thorax* dan struktur yang berada didalam kavitas *thorax*, termasuk didalamnya paru-paru dan jantung [1]. Pengolahan cira digital sudah lama digunakan sebagai alat bantu dalam mendiagnosis kondisi yang ada didalam *thorax*, salah satu teknik yang digunakan adalah segmentasi pada citra *x-ray thorax*.

Segmentasi merupakan proses untuk memisahkan antara suatu obyek dengan obyek lain atau antara obyek dengan *background* yang terdapat didalam sebuah gambar. Dengan proses segmentasi tersebut, masing-masing obyek dalam gambar dapat diambil secara individu dan dapat dijadikan sebagai *input* bagi proses yang lain. Tahapan segmentasi dalam paper ini dibagi menjadi tiga tahap yaitu, *preprocessing, clustering* dan segmentasi. Namun paper ini akan fokus membahas mengenai pentingnya peran *preprocessing* dalam meningkatkan kinerja segmentasi paru-paru pada citra *x-ray thorax*. Untuk mengukur bagaimana pengaruh metode *preprocessing* yang digunakan, maka hasil segmentasi akan divalidasi dengan cara membandingkan citra segmentasi manual yang tersedia dalam *database* dengan citra hasil segmentasi oleh sistem, sehingga didapatkan nilai akurasi, sensitifitas dan spesifisitas.

Organ paru-paru memiliki batas tepi yang kurang tajam dengan *background*-nya, serta adanya bayangan tulang rusuk, tulang selangka, pembuluh darah dan organ-organ lain yang ada pada rongga dada, kondisi ini akan menyulitkan proses segmentasi, oleh sebab itu diperlukan metode *preprocessing* yang tepat untuk semaksimal mungkin mengaburkan bayangan organ-organ tersebut sebelum melakukan segmentasi [2]. Metode *Anisotropic Diffusion filter* yang dipergunakan dalam paper ini berperan mengaburkan *noise* (bayangan organ yang menutupi paru-paru) pada citra uji tanpa mengaburkan bagian-bagian yang signifikan dari citra, seperti tepi paru-paru yang penting bagi penafsiran citra [3].

Proses segmentasi paru-paru dilakukan menggunakan metode *K-means* dan *Geometric Active Contour* dikarenakan metode ini sederhana untuk diterapkan dan dijalankan, relatif cepat, mudah diadaptasi, dan sudah banyak digunakan dalam paper *medical imaging*. *Geometric Active Contour* merupakan metode *active contour* berdasarkan teori evolusi kurva dan

¹ Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali. 80361, Tel. 0361703315 fax: 0361703315; e-mail: widyantara@unud.ac.id

² Magister Teknik Elektro dan Komputer Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali. 80361, Tel. 0361703315 ; e-mail: agustommyadi@yahoo.com.

³ Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali. 80361, Tel. 0361703315 fax: 0361703315; e-mail: dewiirastuti@unud.ac.id

metode *level set*. Model *Chan Vese* yang digunakan dalam paper ini merupakan model dari *Geometric Active Contour* yang populer, dikarenakan memiliki kelebihan antara lain: dapat mendeteksi garis dan kurva yang tidak tertutup dan dapat mendeteksi objek dengan intensitas yang berbeda. Sedangkan segmentasi jantung dilakukan menggunakan *Template Matching*.

II. ANISOTROPIC DIFFUSION FILTER

Termasuk didalam tahapan preprocessing adalah penyesuaian ukuran citra untuk mendapatkan *Region of Interest (RoI)* dan peningkatan kualitas citra, penyesuaian ukuran citra bertujuan untuk mencari RoI dengan mempersempit area citra pada area paru-paru, hal ini untuk mengurangi beban komputasi yang tidak diperlukan dalam mengolah bagian citra yang tidak ada kaitannya dengan obyek paru-paru yang menjadi fokus dalam paper ini. Selanjutnya adalah peningkatan kualitas citra dengan melakukan penghalusan citra menggunakan metode *Anisotropic Diffusion filter*, yang merupakan teknik yang bertujuan mengurangi *noise* citra tanpa menghapus bagian-bagian yang signifikan dari citra, seperti tepi, garis atau rincian lainnya yang penting bagi penafsiran citra [3].

Anisotropic Diffusion filter secara matematis dapat didefinisikan sebagai:

$$\frac{\partial x(i,t)}{\partial t} = \text{div}(c(x_i,t)\nabla x(i,t)) \tag{1}$$

Dimana X_i adalah intensitas gambar pada posisi i , $x(i,t)$ adalah intensitas gambar pada posisi i dan pada saat t atau pada tingkat skala t ; ∇ dan *div* merupakan gradient dan operator divergen. $c(x,t)$ adalah koefisien difusi.

$$c_1(x_i,t) = e^{-(\|\nabla x(i,t)\|/\kappa)^2} \tag{2}$$

Konstanta difusi κ dipilih berdasarkan tingkatan *noise* dan ketebalan *edge*. Dan *flow* merupakan fungsi dari difusi konstan yang didefinisikan sebagai:

$$\Phi(x_i,t) = c(x_i,t)\nabla x(x_i,t) \tag{3}$$

Maksimal *flow* dihasilkan pada lokasi-lokasi dimana gradien sama dengan konstanta difusi ($\nabla x \approx \kappa$). Ketika gradien berada dibawah κ , *flow* menurun menuju nilai nol karena daerah tersebut merupakan daerah-daerah yang homogen. Pada saat gradien berada diatas κ fungsi *flow* juga menurun menuju nilai nol, proses difusi dihentikan pada lokasi-lokasi dengan gradien yang besar. Dengan kata lain proses difusi memperhalus daerah-daerah homogen (dimana $\nabla x \ll \kappa$) dan mempertahankan daerah tepi (dimana $\nabla x \gg \kappa$). Pada Gambar 1 memperlihatkan flowchart dari algoritma *Anisotropic Diffusion filter*.

III. IMPLEMENTASI SISTEM

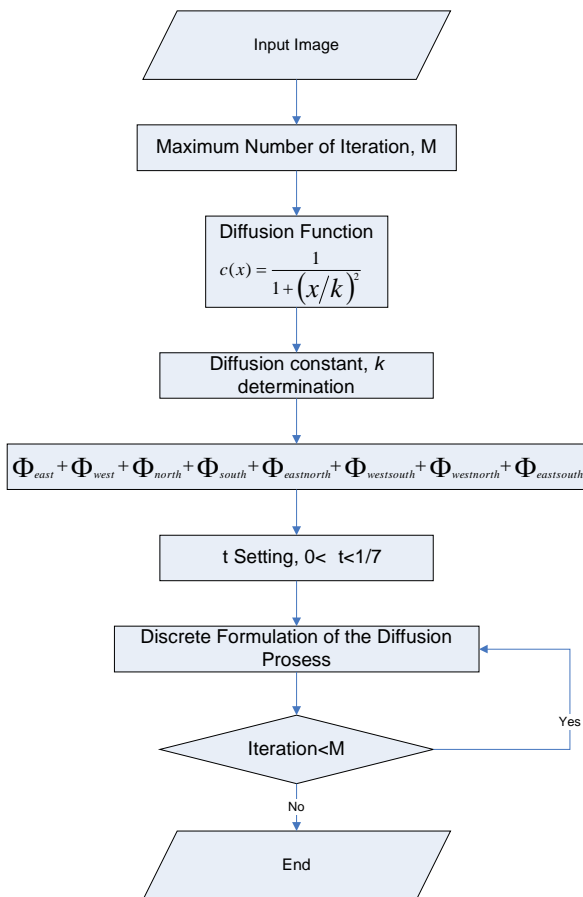
Tes dilakukan terhadap 30 citra *x-ray thorax*/rongga dada yang diperoleh dari *database JSRT (Japanese Society of Thoracic Radiology)* [5]. Sebuah database publik berupa koleksi citra digital X-Ray Thorax, yang diperoleh melalui proses *scanning* file film X-Ray Thorax dari 13 institusi kesehatan di Jepang dan satu di Amerika Serikat [6].

Proses segmentasi paru-paru dan jantung pada citra *x-ray thorax* dibagi menjadi beberapa tahapan, seperti ditunjukkan Gambar 2: Dari skema tersebut dapat dilihat bahwa proses segmentasi pada pengolahan citra selalu diawali dengan akuisisi citra, dilanjutkan dengan *preprocessing*, baru kemudian proses segmentasi. Dalam paper ini proses akuisisi citra *x-ray thorax* sudah dilakukan oleh *Japanese Society of Radiological Technology (JSRT)*, sehingga pada paper ini akan dimulai dengan tahap *preprocessing* sebelum melakukan proses segmentasi.

3.1 Preprocessing

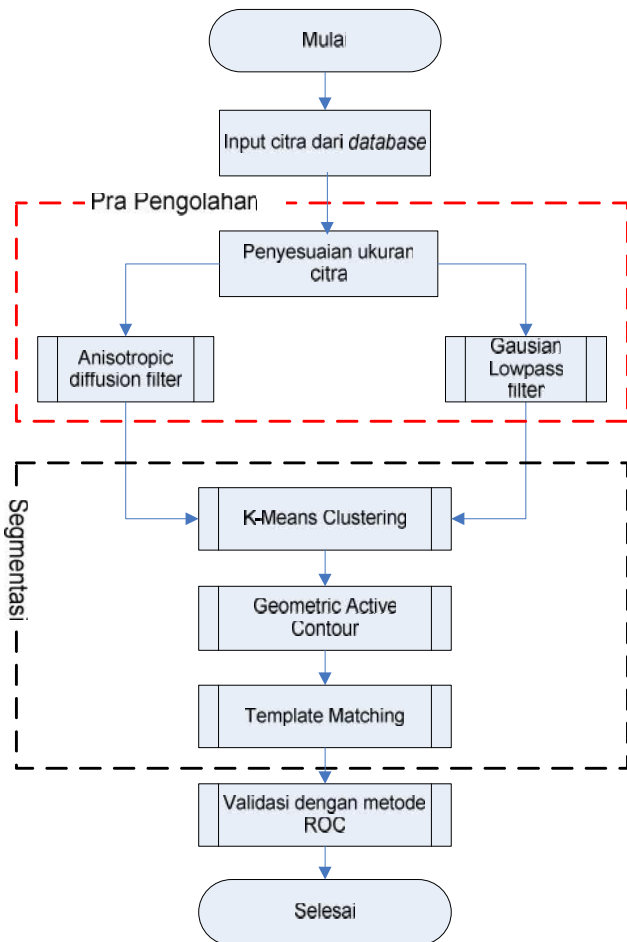
Dalam tahap *preprocessing*, data citra yang diperoleh dari *database Japanese Society of Radiology* dilakukan proses normalisasi dan perbaikan citra. Normalisasi dilakukan untuk mendapatkan RoI dari citra yaitu bagian paru-paru dan jantung, setelah dilakukan normalisasi ukuran citra menjadi berukuran 256x256 piksel dengan tingkat keabuan 256. Untuk mengaburkan *noise* yang masih terdapat dalam citra uji maka akan dilakukan proses penyaringan citra masukan menggunakan *Anisotropic Diffusion filter*.

Pada proses *filter* ini, organ-organ yang menginterferensi paru-paru dan jantung seperti pembuluh darah, tulang rusuk



Gambar 1: Flowchart Algoritma *Anisotropic Diffusion* [4]

dan tulang selangka dikaburkan, dengan tetap mempertahankan tepi paru-paru.



Gambar 2. Gambaran Umum Sistem

3.2 Segmentasi Citra Paru-Paru

Proses segmentasi menggunakan gabungan metode *K-means Clustering* dan *Geometric Active Contour*. *Kmeans Clustering* berfungsi untuk mengklasifikasikan piksel pada citra menjadi 2 (dua) kelompok berdasarkan kedekatan nilai keabuan dari masing-masing piksel terhadap pusat *cluster*, sehingga menghasilkan citra yang sudah terpisah antara objek dan latar belakang pada citra tersebut [7].

Selanjutnya, *Geometric Active Contour* digunakan untuk mendapatkan objek paru-paru dari citra hasil *clustering* yang sudah dilakukan sebelumnya. *Geometric Active Contour* merupakan metode *active contour* berdasarkan teori evolusi kurva dan metode *level set*. *Chan Vese* merupakan model dari *Geometric Active Contour* yang populer, dikarenakan memiliki kelebihan antara lain: dapat mendeteksi garis dan kurva yang tidak tertutup dan dapat mendeteksi objek dengan intensitas yang berbeda [8].

Pada proses segmentasi menggunakan *Geometric Active Contour* diawali dengan menentukan inisialisasi awal, dimana dari titik inisialisasi ini kemudian kurva akan berevolusi,

proses evolusi menggunakan metode *level set* untuk menggerakkan kurva sehingga kurva dapat mengembang atau mengempis sampai memenuhi kondisi untuk berhenti [9].

Template Matching dalam paper ini digunakan untuk melakukan segmentasi pada organ jantung, dimana metode ini merupakan metode yang sederhana, yaitu membandingkan nilai similaritas data uji dengan database. Nilai similaritas tersebut didapat dengan menghitung jarak dari data ke template dan membandingkan hasil jarak tersebut dengan data yang lain menggunakan *euclidean distance*. Jarak yang paling minimal dikatakan memiliki tingkat kemiripan paling tinggi.

3.4 Validasi dengan metode ROC

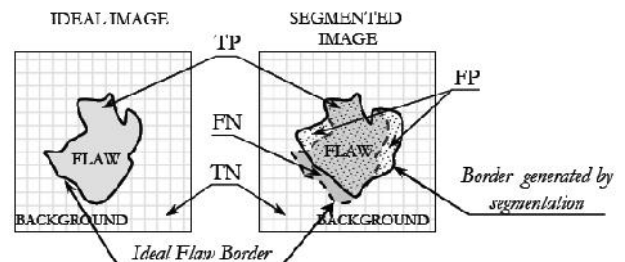
Proses validasi dalam paper ini bertujuan untuk mengukur akurasi, sensitivitas dan spesifitas dari hasil segmentasi yang sudah dilakukan, validasi dalam paper ini menggunakan metode ROC. Untuk melakukan hal tersebut maka dipergunakan metode pengukuran ROC yaitu dengan membandingkan hasil segmentasi citra hasil ujicoba dengan citra asli hasil segmentasi manual [10]. Dimana formula yang digunakan seperti pada persamaan berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Sensitifitas} = \frac{P}{N} = \frac{TP}{(TP+FN)} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{N} = \frac{TN}{(FP+TN)} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana daerah yang menggambarkan bagian TP, TN, FP dan FN diperlihatkan pada Gambar 3 berikut ini:



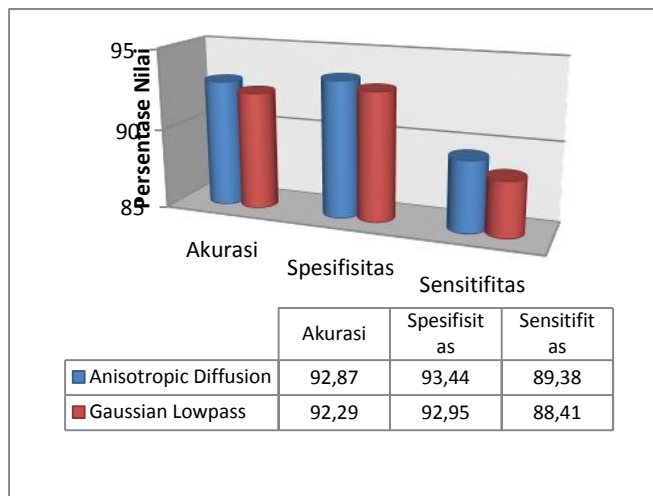
Gambar 3 Perbedaan Citra Referensi dengan Hasil Segmentasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

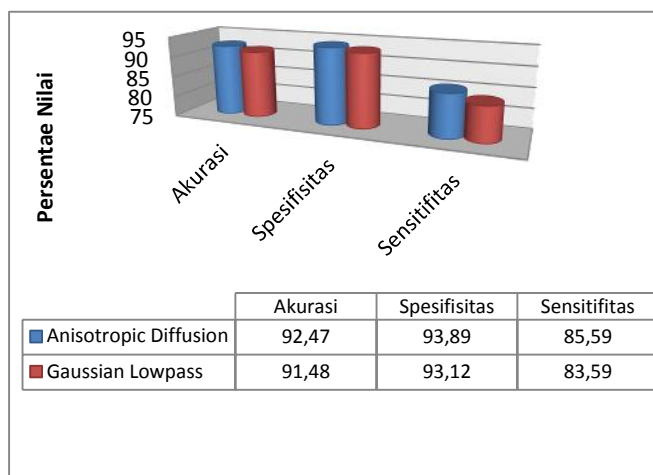
Setelah menyelesaikan semua tahapan, maka sistem yang dirancang sudah berhasil mendapatkan hasil segmentasi citra paru-paru dan jantung. Keberhasilan dari metode yang sudah diimplementasikan ditentukan dari validasi terhadap hasil segmentasi sistem dengan segmentasi manual untuk melihat akurasi, sensitivitas dan spesifitas dari hasil segmentasi yang dihasilkan oleh sistem. Hasil yang diperoleh pada organ paru-paru diperlihatkan Gambar 4.

Hasil pengujian memperlihatkan, bahwa tingkat akurasi, sensitivitas dan spesifitas hasil segmentasi, lebih baik jika dalam tahap preprocessing menggunakan metode *Anisotropic Diffusion filter*, hal ini dikarenakan oleh *filter* ini mampu mengurangi noise yang terdapat pada citra uji tanpa mengaburkan tepi objek citra uji sehingga pada tahap segmentasi tepi citra dapat di deteksi dengan lebih akurat.

Perbandingan hasil dari skema segmentasi yang menggunakan metode *preprocessing Anisotropic Diffusion* dan *Gaussian Lowpass filter* dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 4 Hasil validasi dari segmentasi organ paru-paru kiri



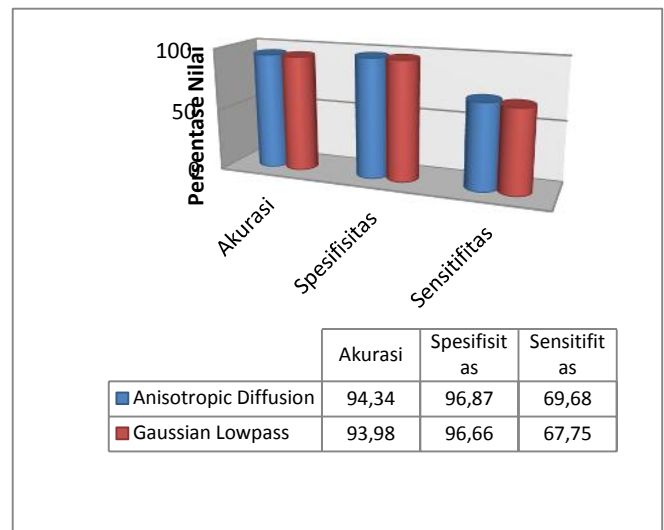
Gambar 8 Hasil validasi dari segmentasi organ paru-paru kanan

V. KESIMPULAN

Paper ini mengajukan teknik *preprocessing* dalam melakukan segmentasi paru-paru dan jantung pada citra *x-ray thorax*. Pengujian dengan metode *preprocessing Anisotropic Diffusion* mendapatkan hasil segmentasi dengan tingkat akurasi, sensitifitas dan spesifisitas lebih baik dibandingkan dengan metode *Gaussian Lowpass filter* yang digunakan pada paper sebelumnya, baik pada paru-paru kanan, paru-paru kiri, maupun jantung.

Peningkatan akurasi, spesifitas dan sensitifitas ini disebabkan oleh karakteristik dari *filter* ini yang dapat memperhalus daerah-daerah homogen dan mempertahankan daerah tepi, sedangkan *Gaussian Lowpass filter* tidak mampu

mendeteksi daerah tepi pada saat melakukan operasi penghalusan sehingga selain mengaburkan *noise filter* ini juga mengaburkan daerah tepi dari objek pada citra sehingga hasil segmentasi menjadi kurang maksimal terutama pada daerah tepi objek.



Gambar 9 Hasil validasi dari segmentasi organ jantung

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Joarder and N. Crundwell, *Chest X-Ray in Clinical Practice*. Springer Science & Business Media, 2009.
- [2] M. Ilovar and L. Sajin, "Analysis of radiograph and detection of cardiomegaly," in *2011 Proceedings of the 34th International Convention MIPRO*, 2011, pp. 859–863.
- [3] P. Perona and J. Malik, "Scale-space and edge detection using anisotropic diffusion," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 12, pp. 629–639, 1990.
- [4] H. Y. Chai, L. K. Wee, T. T. Swee, S.-H. Salleh, and L. Y. Chea, "An artifacts removal post-processing for epiphyseal region-of-interest (EROI) localization in automated bone age assessment (BAA)," *Biomed. Eng. OnLine*, vol. 10, no. 1, p. 87, Sep. 2011.
- [5] J. Shiraiishi, S. Katsuragawa, J. Ikezoe, T. Matsumoto, T. Kobayashi, K. Komatsu, M. Matsui, H. Fujita, Y. Kodera, and K. Doi, "Development of a digital image database for chest radiographs with and without a lung nodule: receiver operating characteristic analysis of radiologists' detection of pulmonary nodules," *AJR Am. J. Roentgenol.*, vol. 174, no. 1, pp. 71–74, Jan. 2000.
- [6] B. van Ginneken, M. B. Stegmann, and M. Loog, "Segmentation of anatomical structures in chest radiographs using supervised methods: a comparative study on a public database," *Med. Image Anal.*, vol. 10, no. 1, pp. 19–40, Feb. 2006.
- [7] M. Trosset, "Representing clusters: K-means clustering, self-organizing maps, and multidimensional scaling," Technical Report 08-03, Department of Statistics, Indiana University, Bloomington, IN, 2008.

- [8] A. Mardhiyah and A. Harjoko, "Metode Segmentasi Paru-paru dan Jantung Pada Citra X-Ray Thorax," *IJEIS - Indones. J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 1, no. 2, Jun. 2013.
- [9] T. F. Chan and L. . Vese, "Active contours without edges," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 10, no. 2, pp. 266–277, Feb. 2001.
- [10] Lailyana, E, "Segmentasi paru-paru pada citra x-ray menggunakan level set," *Inst. Teknol. Sepuluh Novemb.*, 2009.