



# Ekstraksi Exudate pada Citra Fundus Menggunakan Metode Segmentasi *Chan–Vese*

Syaiful Anam<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Jurusan Matematika, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia

\* Alamat Surel: [syaiful@ub.ac.id](mailto:syaiful@ub.ac.id)

## Abstrak

Diabetes mellitus merupakan 10 penyakit peringkat teratas penyebab kematian terbanyak di dunia. Retinopati diabetik adalah salah satu komplikasi yang umum terjadi pada penderita diabetes mellitus. Penyakit ini menyebabkan kebocoran pada pembuluh darah retina. Diagnosis dini penyakit ini merupakan tugas penting untuk mencegah terjadinya kebutaan. *Exudate* adalah salah satu gejala umum yang digunakan untuk diagnosis retinopati diabetik dengan menggunakan citra fundus. Oleh karena itu, ini adalah tugas penting untuk mengekstrak *exudate* untuk diagnosis retinopati diabetik. Citra fundus sering memiliki kualitas yang buruk, sehingga ekstraksi *exudate* menjadi tugas yang sulit. Metode ekstraksi *exudate* secara otomatis sangat berguna bagi dokter. Metode segmentasi adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk tugas ini. Salah satu metode segmentasi adalah metode Chan-Vese untuk kontur aktif yang merupakan metode yang kuat dan fleksibel untuk mensegmentasikan banyak jenis citra dibandingkan dengan metode segmentasi klasik. Untuk alasan ini, makalah ini mengusulkan ekstraksi *exudate* pada citra fundus dengan menggunakan metode Chan-Vese. Dari hasil percobaan, metode Chan-Vese mampu bekerja dengan baik dalam segmentasi gambar fundus untuk hampir semua dataset yang digunakan.

Kata kunci: ekstraksi *exudate*, citra fundus, metode segmentasi Chan–Vese, retinopati diabetik

© 2019 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

## 1. Pendahuluan

Diabetes melitus merupakan sepuluh penyakit peringkat teratas penyebab kematian terbanyak di dunia. Diabetes melitus sering menyebabkan komplikasi pada organ vaskular. Komplikasi vaskular pada penyakit diabetes melitus dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu mikrovaskular dan makrovaskular. Komplikasi microvascular merupakan komplikasi yang disebabkan oleh kerusakan pada pembuluh darah kecil, sedangkan komplikasi macrovascular merupakan komplikasi yang disebabkan oleh kerusakan pada pembuluh darah yang lebih besar. Penyakit retinopati diabetik adalah salah satu komplikasi yang umum terjadi pada penderita diabetes mellitus yang disebabkan oleh komplikasi mikrovaskular.

Penyakit retinopati diabetik merupakan penyebab utama kebutaan pada populasi usia kerja di dunia barat (Semeraro, Cancarini, Dell’Omo, Rezzola, Romano, & Costagliola, 2015). Gejala awal dari penyakit retinopati diabetik ditandai dengan penyempitan pembuluh darah di mata. Penyempitan pembuluh darah dapat mengakibatkan terjadinya kebocoran pembuluh darah, dan penimbunan cairan dan materi berlemak pada retina. Jika kondisi ini dibiarkan maka penglihatan menjadi kabur dan dapat menyebabkan kerusakan yang parah pada organ penglihatan sehingga menyebabkan kebutaan. Resiko dari retinopati diabetik dapat dikurangi dan dicegah dengan melakukan diagnosa awal, dan mengontrol gula, tekanan darah dan lipid secara tepat (Tarr, Kaul, Chopra, Kohner, & Chibber, 2013). Diagnosis secara dini penyakit retinopati diabetik merupakan langkah penting dalam upaya mencegah terjadinya kebutaan.

Diagnosis penyakit retinopati diabetik dilakukan oleh seorang ahli yang disebut *ophthalmologists*. Seorang *ophthalmologists* menggunakan citra retina atau yang dikenal dengan citra fundus dari pasien untuk mendiagnosis gejala yang muncul pada retina yang diakibatkan oleh penyakit retinopati diabetik. Citra fundus merupakan citra dari retina yang dihasilkan oleh kamera fundus. Citra ini sering mengandung

To cite this article:

Anam, S. (2019). Ekstraksi *Exudate* pada Citra Fundus Menggunakan Metode Segmentasi Chan–Vese. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika 2*, 473-478

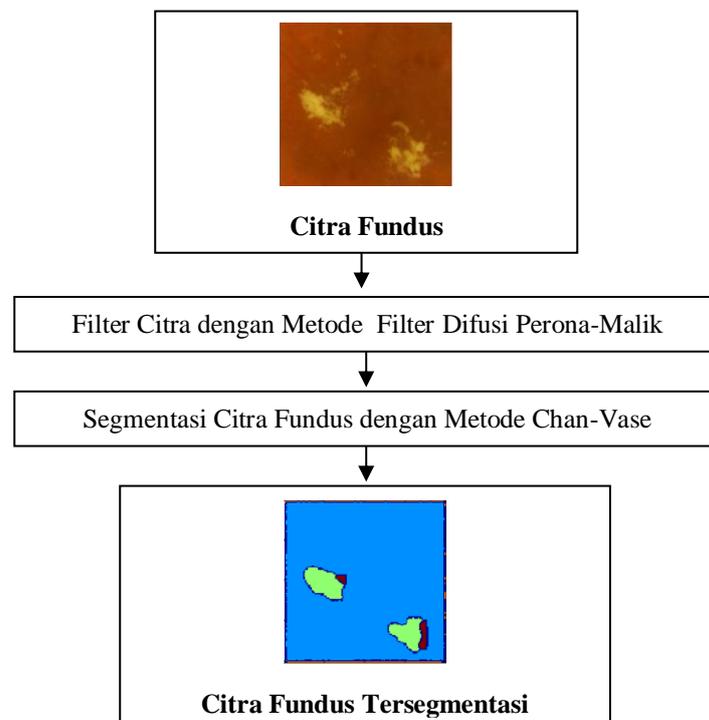
*noise* dan pencahayaannya tidak merata. Hal ini menyebabkan kontras dari citra rendah sehingga detail dari citra fundus seperti pembuluh darah kecil, *microaneurism* dan *exudate* tidak dapat dilihat dengan jelas. *Exudate* adalah salah satu gejala atau tanda yang muncul pada seorang penderita retinopati diabetik. *Exudate* merupakan tanda yang digunakan oleh seorang *ophthalmologists* untuk mendiagnosis penyakit retinopati diabetik. Deteksi *exudate* merupakan menjadi berat dan sulit bagi seorang *ophthalmologist* karena kualitas citra fundus tidak selalu mempunyai kontras yang baik. Oleh karena itu metode deteksi gejala penyakit retinopati diabetik yang secara otomatis dengan menggunakan komputer menjadi suatu kebutuhan bagi seorang *ophthalmologist* untuk menghemat waktu dalam mengenali tanda penyakit retinopati diabetik.

Deteksi *exudate* dapat dilakukan dengan melakukan segmentasi citra pada citra fundus. Metode segmentasi citra akan membagi area citra fundus menjadi dua bagian yaitu *area exudate* dan area non *exudate*. Tujuan dari segmentasi citra adalah membagi citra menjadi himpunan-himpunan wilayah yang terpisah dengan atribut seragam berdasarkan tekstur, warna dan lain-lain. (Dhivya & Anitha, 2014). Metode segmentasi citra dapat dibagi menjadi beberapa kategori antara lain: metode *threshold*, metode *edge-based*, metode *region-based*, *watershed*, metode ANN (*Artificial Neural Networks*)-based, metode PDE (*Partial Differential Equation*)-based dan *clustering* (Kaur & Kaur, 2014). Pada tulisan ini akan digunakan metode Chan-Vese yang merupakan metode segmentasi citra berbasis PDE (*Partial Differential Equation*)-based. Metode Chan-Vese untuk kontur aktif merupakan metode yang kuat dan fleksibel dalam menyegmentasikan banyak jenis citra, termasuk beberapa citra yang akan cukup sulit untuk disegmentasi dengan menggunakan segmentasi "klasik" - misalnya, *thresholding* atau metode berdasarkan *gradient* (Chan & Vese, 2001).

Pada tulisan ini mengusulkan ekstraksi *exudate* pada citra fundus dengan menggunakan metode Chan-Vese. Hasil segmentasi *exudate* dari citra fundus akan memudahkan *ophthalmologists* dalam mendiagnosis penyakit retinopati diabetik.

## 2. Metode

Pada tulisan ini diusulkan metode segmentasi *exudate* pada citra fundus menggunakan metode Chan-Vese. *Flowchart* dari metode yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 1. Metode penelitian yang digunakan adalah studi pustaka dan *experimental*. Data diambil dari data sekunder. Pada tahap pertama yang dilakukan



**Gambar 1.** Diagram alir dari metode yang diusulkan.

studi pustaka terhadap teori yang terkait dengan metode yang diusulkan misalnya retinopati diabetik dan citra fundus, filter difusi Perona-Malik dan metode Chan-Vase.

Pertama-tama citra fundus yang dimasuk, selanjutnya karena citra fundus masih mengandung *noise* maka perlu dilakukan reduksi *noise*. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk mereduksi *noise* adalah metode filter difusi Perona-Malik. Metode filter difusi Perona-Malik merupakan salah satu filter yang dapat digunakan untuk mereduksi atau menghilangkan *noise* sekaligus secara efektif serta mampu mempertahankan tepian citra (Perona & Malik, 1990). Filter difusi Perona-Malik telah digunakan pada perbaikan citra IVUS (Intravascular Ultrasound) (Anam, Uchino, Misawa, & Suetake, 2014a) dan perbaikan citra sinar X dari tulang tangan (Anam, Uchino, Misawa, & Suetake, 2014b). Bentuk diskrit dari filter difusi Perona-Malik dapat dilihat pada persamaan (1),

$$I_s^{(n+1)} = I_s^{(n)} + \frac{\lambda}{|\phi_s|} \sum g(\nabla I_{s,p}^{(n)}) \nabla I_{s,p}^{(n)}, \quad (1)$$

dimana  $s = (x, y)$  adalah koordinat dari piksel yang dimaksud dan  $p$  tetangganya.  $I_s^{(n)}$  merupakan sebuah intensitas pada  $s$  untuk iterasi ke  $n$ .  $\phi_s$  merepresentasikan 4 tetangga dari piksel pada koordinat  $s$  dalam arah difusi utara, barat, selatan dan timur.  $|\phi_s|$  merupakan jumlah dari tetangga piksel  $s$ .  $\lambda$  adalah sebuah parameter dan  $g(\cdot)$  merupakan fungsi *edge stopping*.  $g(\cdot)$  merupakan fungsi menurun secara monoton dari gradien citra. Gradien citra pada koordinat  $s$  dihitung dengan menggunakan persamaan (2)

$$\nabla I_{s,p}^{(n)} = I_p^{(n)} - I_s^{(n)}. \quad (2)$$

Fungsi *edge-stopping* yang digunakan pada tulisan ini diberikan pada persamaan (3).

$$g(z) = \frac{1}{1 + \left(\frac{z}{K}\right)^2}, \quad (3)$$

dimana  $K$  merupakan sebuah parameter yang digunakan untuk mengontrol kekuatan difusi.

Langkah selanjutnya adalah melakukan segmentasi citra fundus menggunakan metode Chan-Vase. Model Chan-Vese untuk kontur aktif adalah metode yang kuat dan fleksibel yang mampu menyegmentasikan banyak jenis citra, termasuk beberapa citra yang cukup sulit untuk disegmentasi dengan metode segmentasi "klasik", misalnya *thresholding* atau metode berbasis gradien (Chan & Vese, 2001). Pada tulisan ini metode Chan-Vase digunakan untuk mempartisi citra fundus menjadi beberapa segmen atau area. Daerah atau area *exudate* akan diekstrak dari hasil segmentasi tersebut. Objek dari algoritma Chan-Vese adalah untuk meminimalkan fungsional energi  $F(c_1, c_2, C)$ , yang didefinisikan persamaan (4),

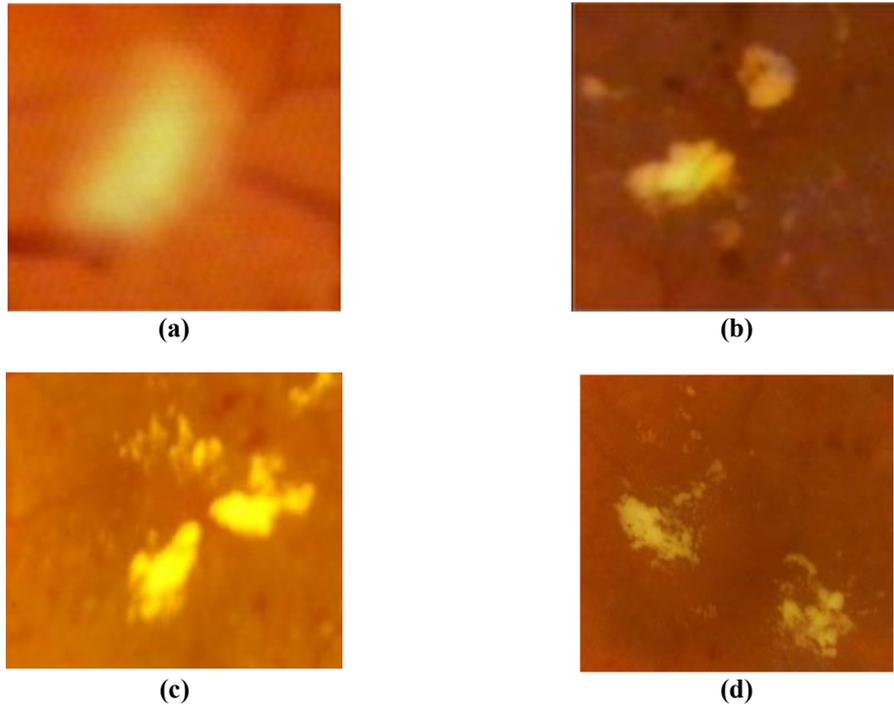
$$F(c_1, c_2, C) = \mu.Length(C) + \nu.Area(inside(C)) + \lambda_1 \int_{inside(C)} |u_0(x, y) - c_1|^2 dx dy \quad (4)$$

$$+ \lambda_2 \int_{outside(C)} |u_0(x, y) - c_2|^2 dx dy$$

di mana  $\mu \geq 0, \nu \geq 0, \lambda_1, \lambda_2 > 0$  adalah parameter tetap (harus ditentukan oleh pengguna).

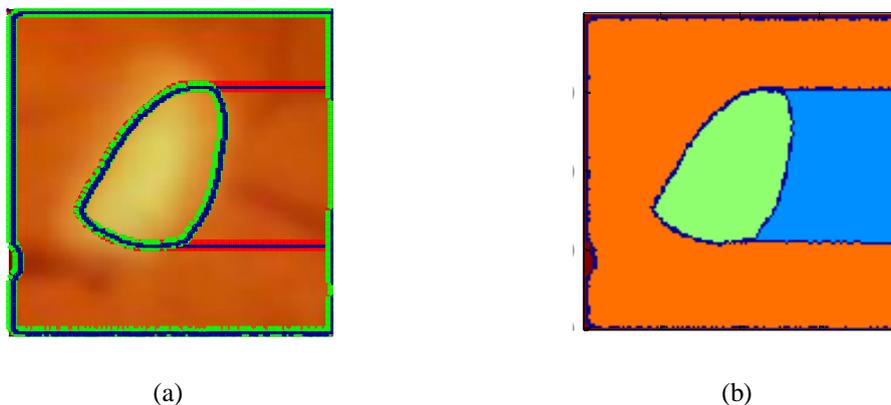
### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada tulisan ini citra yang digunakan untuk mengevaluasi metode yang diusulkan adalah citra fundus yang diambil dari Standard Diabetic Retinopathy Database dengan alamat web: <http://www.it.lut.fi/project/imageret/diaretdb1/#DATA>. Citra uji dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa citra uji yang digunakan bervariasi. Citra uji tersebut memiliki warna, tingkat kecerahan, dan tingkat *noise* yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan untuk menunjukkan kemampuan metode yang diusulkan dalam mensegmentasi *exudate*.

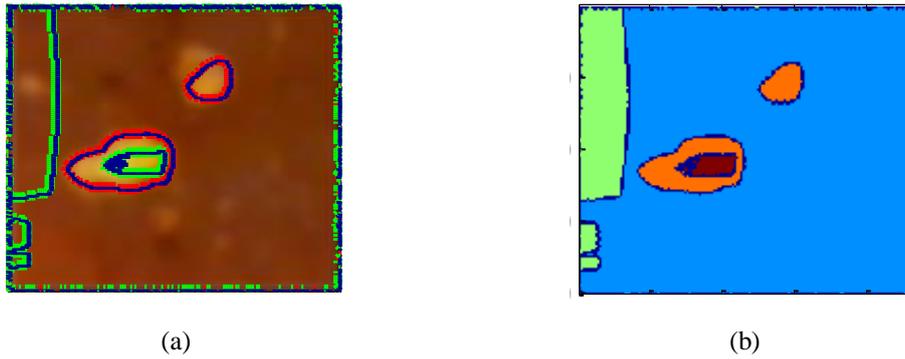


**Gambar 2.** Data citra fundus yang digunakan untuk eksperimen. (a). citra uji 1. (b) citra uji 2. (c) citra uji 3. (d) citra uji 4.

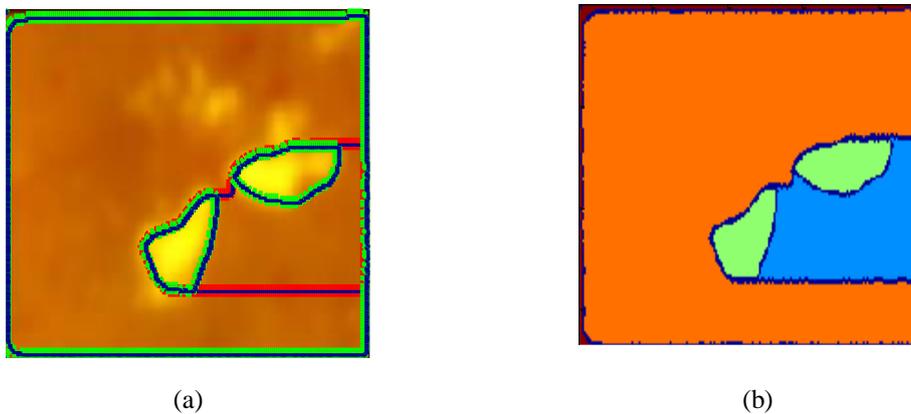
Gambar 3, 4, 5, dan 6 menunjukkan hasil segmentasi metode yang diusulkan. Gambar tersebut menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu melakukan segmentasi antara daerah *exudate* dan daerah yang bukan *exudate*. Pada Gambar 3 (a) memperlihatkan kontur akhir dari kurva sedangkan Gambar 3(b) memperlihatkan hasil segmentasi *exudate*. *Exudate* pada citra tersebut ditunjukkan pada daerah yang berwarna hijau. Hasil segmentasi untuk citra uji 1 adalah sangat baik. Pada Gambar 3, 4 dan menunjukkan bahwa *exudate* dapat disegmentasi tetapi masih ada daerah *exudate* yang tidak dapat terdeteksi dengan baik. Setelah dilakukan analisis, *exudate* pada gambar-gambar tersebut secara visual tidak terlihat dengan baik. Oleh karena itu diperlukan suatu metode preprocessing untuk memperbaiki penampakan *exudate* pada citra fundus dipenelitian berikutnya.



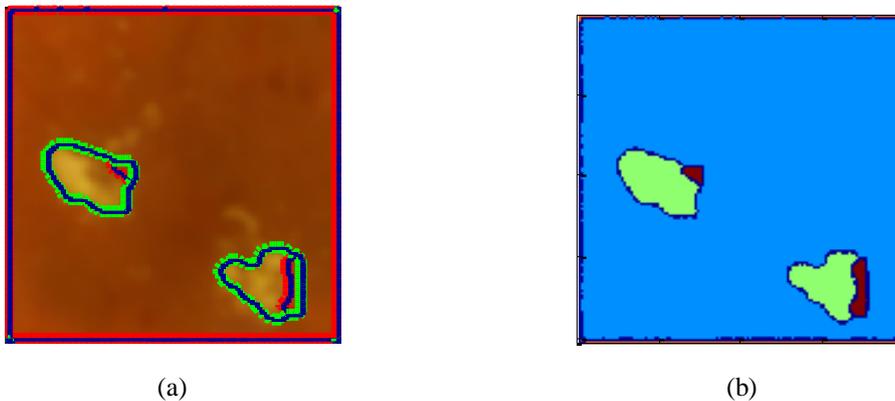
**Gambar 3.** Hasil eksperimen untuk citra uji 1. (a) kontur kurva akhir. (b) hasil segmentasi.



**Gambar 4.** Hasil eksperimen untuk citra uji 2. (a) kontur kurva akhir. (b) hasil segmentasi.



**Gambar 5.** Hasil eksperimen untuk citra uji 3. (a) kontur kurva akhir. (b) hasil segmentasi.



**Gambar 6.** Hasil eksperimen untuk citra uji 4. (a) kontur kurva akhir. (b) hasil segmentasi.

---

#### 4. Simpulan

Metode segmentasi Chan-Vase berhasil mensegmentasi exudate pada citra fundus pada hampir semua citra uji yang digunakan, tetapi metode ini masih perlu diperbaiki untuk mendapatkan tingkat akurasi yang lebih baik. Metode *preprocessing* yang tepat disarankan untuk diteliti pada penelitian berikutnya. Penggunaan metode *preprocessing* yang baik akan memperbaiki kualitas citra fundus secara visual sehingga memudahkan proses segmentasi *exudate* yang ada pada citra fundus.

---

**Daftar Pustaka**

- Anam, S., Uchino, E., Misawa, H., & Suetake, N. (2014). Combining PSO and Fuzzy Inference for the Calculation of Coronary Plaque Boundary in IVUS Image. *International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences* 19 (1), 51-59.
- Anam, S., Uchino, E., Misawa, H., & Suetake, N. (2014). Texture Analysis and Modified Level Set Method for Automatic Detection of Bone Boundaries in Hand Radiographs. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 5 (10), 117-126.
- Chan, T. C. & Vese, L. A. (2001). Active Contours Without Edges. *IEEE Transactions on Image Processing*, 10(2), 266-277.
- Dhivya, A. & Anitha, D. (2014). Detection of Tumor Region Using Fast Fuzzy Clustering Algorithm. *International Journal of Research in Computer Applications and Robotics*, 2 (4), 145-149.
- Kaur, D. & Kaur, Y. (2014). Various Image Segmentation Techniques: A Review. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 3 (5), 809-814.
- Perona, P., & Malik, J. (1990). Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 12, 629-639.
- Semeraro, F., Cancarini, A., Dell'Omo, R., Rezzola, S., Romano, M. R., & Costagliola, C. (2015). Diabetic Retinopathy: Vascular and Inflammatory Disease. *Journal of Diabetes Research*, 2015, 1-16.
- Tarr, J. M., Kaul, K., Chopra, M., Kohner, E. M., & Chibber, R. (2013). Pathophysiology of Diabetic Retinopathy. *ISRN Ophthalmology*, 2013, 1-13.