

# Pemanfaatan *Active Contour Model* untuk Segmentasi Citra pada Aplikasi Medis

Tobias Natalio Sianipar / 13521090  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung  
E-mail (gmail): 13521090@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**—Segmentasi adalah proses pemisahan atau pengelompokan elemen-elemen dalam suatu data menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan homogen berdasarkan karakteristik tertentu. Dalam pengolahan citra, segmentasi adalah proses membagi citra menjadi beberapa wilayah yang tidak beririsan sehingga setiap wilayah memiliki karakteristik tertentu. Segmentasi menggunakan *active contour model* merupakan metode yang mencari batas tertentu pada citra dengan menganalisis kontur citra. Citra MRI atau CT scan merupakan citra yang digunakan untuk mendiagnosis suatu penyakit

**Keywords**—segmentasi; *active contour model*; citra; MRI; CT scan;

## I. PENDAHULUAN

Citra digital merupakan representasi visual dari gambaran dunia nyata yang disimpan dalam format digital untuk berbagai keperluan seperti analisis, dokumentasi, atau pemrosesan. Fungsi citra bermacam-macam, salah satunya adalah untuk analisis ilmiah yang kompleks contohnya pada aplikasi medis. Pada keperluan aplikasi suatu penyakit dapat didiagnosis melalui citra MRI atau CT scan. Untuk mempermudah analisis pada citra MRI atau CT scan, dapat dilakukan segmentasi yang dapat mempermudah identifikasi organ, jaringan, atau tumor yang terdapat di dalam citra tersebut.

Segmentasi citra adalah proses membagi citra digital menjadi beberapa bagian atau wilayah untuk mempermudah analisis atau meng-*highlight* fitur tertentu. Tujuan utama segmentasi adalah untuk memisahkan objek penting dari latar belakang atau untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki karakteristik tertentu. Salah satu metode segmentasi yang dapat digunakan bernama *active contour model*.

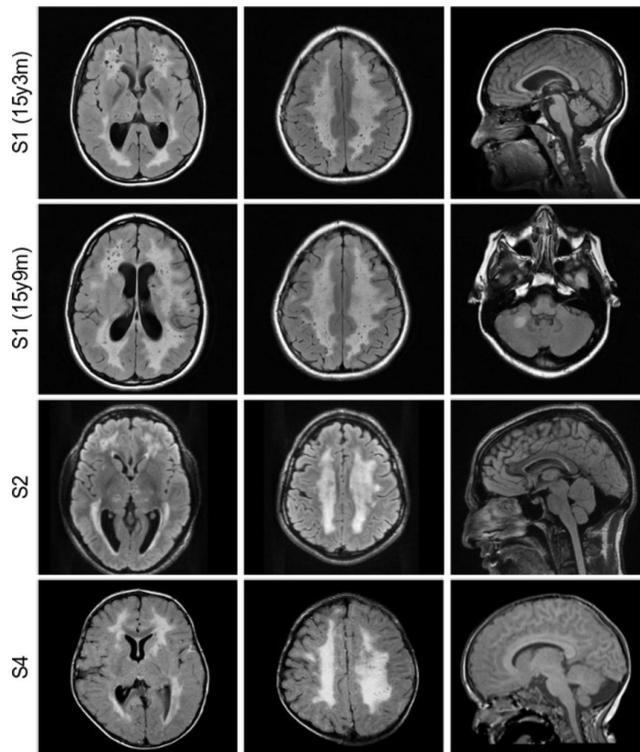
Metode *active contour model*, atau yang dikenal dengan istilah "snakes" adalah pendekatan segmentasi menggunakan kontur citra yang bertujuan untuk menemukan batas atau tepi objek dalam sebuah citra. Metode ini bekerja dengan cara menginisiasi sebuah kurva di sekitar objek yang ingin disegmentasi. Kemudian melalui iterasi, kurva tersebut bergerak secara menuju batas objek berdasarkan informasi dari citra dan sifat geometris kurva itu sendiri.

Penggunaan metode *active contour model* merupakan solusi yang dapat diimplementasikan untuk melakukan segmentasi pada citra MRI atau CT scan. Dengan kemampuan *active*

*contour model*, pengguna dapat melingkari bagian yang mencurigakan pada citra MRI atau CT scan dan mendapatkan *outline* dari objek mencurigakan tersebut. Hal ini dapat membantu proses identifikasi dan diagnosis pada suatu citra MRI atau CT scan.

## II. TEORI DASAR

### A. Citra MRI



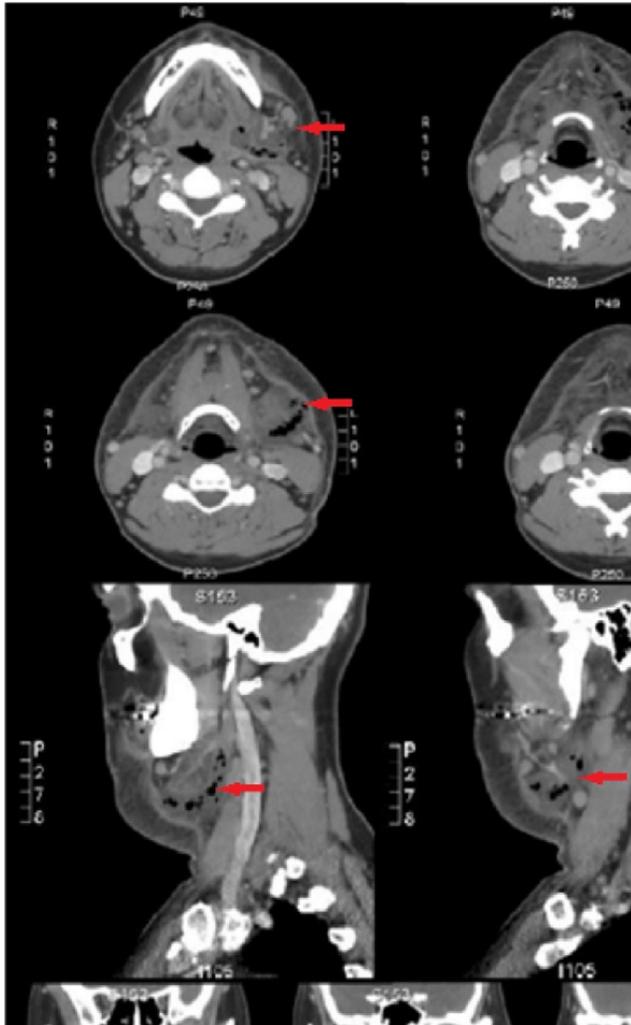
**Gambar 2.1** Contoh citra MRI

Sumber: [https://www.researchgate.net/figure/Brain-magnetic-resonance-imaging-MRI-for-subjects-S1-S2-and-S4-Brain-magnetic\\_fig4\\_336148130](https://www.researchgate.net/figure/Brain-magnetic-resonance-imaging-MRI-for-subjects-S1-S2-and-S4-Brain-magnetic_fig4_336148130) [accessed 15 Jan 2025]

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah teknik penangkapan citra medis *non-invasive* yang menggunakan medan magnet serta gelombang radio untuk menghasilkan gambar detail dari struktur internal organ tubuh. Citra MRI berperan penting dalam diagnosis dan pemantauan berbagai kondisi medis, terutama yang berkaitan dengan jaringan lunak. Citra MRI memiliki beberapa karakteristik unik, yaitu

- Kontras yang cukup tinggi pada jaringan lunak, MRI dapat dengan efektif membedakan jaringan lunak seperti otak, otot, ligamen, dan organ internal.
- Resolusi tinggi, MRI memungkinkan visualisasi detail yang cukup kecil dalam tubuh.

### B. Citra CT scan



**Gambar 2.2** Contoh citra CT scan

Sumber: [https://www.researchgate.net/figure/Cervical-CT-scan-with-radiocontrast-agents\\_fig3\\_331282851](https://www.researchgate.net/figure/Cervical-CT-scan-with-radiocontrast-agents_fig3_331282851) [accessed 15 Jan 2025]

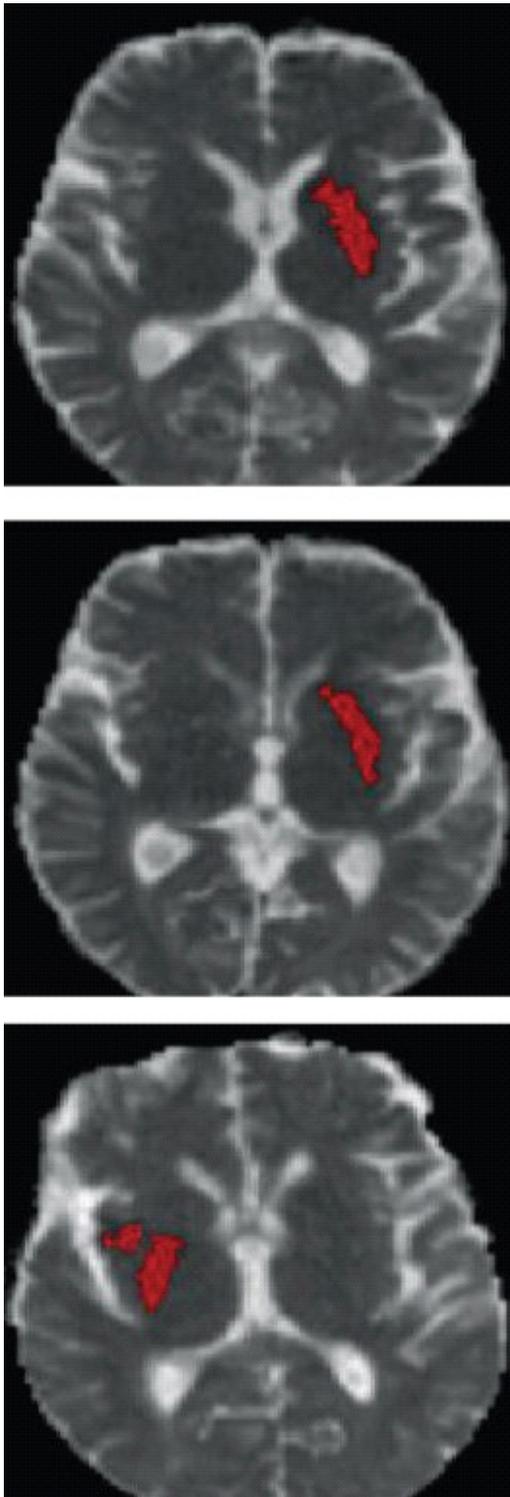
Citra CT scan (Computed Tomography scan) adalah salah satu teknik pencitraan medis yang menggunakan sinar-X dan komputer untuk menghasilkan gambar potongan melintang (*cross-sectional*) dari tubuh manusia. Citra ini sangat berguna dalam melakukan diagnosis berbagai penyakit karena citra ini memberikan gambaran yang lebih detail dibandingkan dengan sinar-X konvensional. CT scan bekerja dengan memanfaatkan sinar-X yang dipancarkan pada tubuh. Ketika tubuh di-scan, sinar-X akan diserap oleh berbagai jaringan tubuh dengan tingkat serapan yang bergantung pada kepadatan dan komposisi jaringan tersebut. Komputer kemudian akan memproses data dari sensor yang menerima sinar-X yang telah dipancarkan dan membuat citra dalam bentuk potongan melintang tubuh. Beberapa CT scan menggunakan zat kontras untuk meningkatkan visibilitas struktur tubuh tertentu. Zat ini dapat disuntikkan ke dalam tubuh pasien atau diminum. Zat kontras ini membantu membedakan berbagai jenis jaringan, seperti pembuluh darah dan organ tertentu, dari jaringan di sekitarnya.

### C. Segmentasi Objek

Segmentasi objek adalah proses dalam analisis citra digital yang bertujuan untuk memisahkan objek-objek atau bagian-bagian tertentu pada citra dari latar belakang atau elemen yang tidak dibutuhkan. Tujuan utama dari segmentasi objek adalah untuk mengidentifikasi dan memisahkan bagian-bagian penting pada citra yang berkaitan dengan objek yang ingin dianalisis atau diproses lebih lanjut. Proses ini dibutuhkan dalam banyak aplikasi, seperti pada pengolahan citra medis, visi komputer, dan pengenalan pola. Proses segmentasi objek dimulai dengan pengambilan citra yang akan disegmentasi. Kemudian, citra tersebut akan dipersiapkan dengan beberapa tahap *pre-processing* seperti perbaikan kontras, penghilangan *noise*, dan peningkatan kualitas gambar. Setelah itu, teknik segmentasi yang sesuai akan dipilih dan diterapkan. Hasil segmentasi akan menghasilkan daerah yang mengidentifikasi *pixel* pada citra yang termasuk dalam objek yang diinginkan.

Segmentasi objek bukanlah proses yang mudah karena. Terdapat beberapa tantangan dalam melakukan segmentasi objek pada citra, yaitu

- Ketidakteraturan citra, citra dengan jumlah *noise* yang banyak dapat mempersulit proses segmentasi.
- Variasi intensitas pada *pixel* citra, objek dalam citra yang memiliki banyak variasi intensitas akibat pencahayaan atau bayangan cenderung lebih sulit untuk disegmentasi.
- Objek beririsan, terkadang objek yang akan disegmentasi dalam sebuah citra beririsan satu sama lain, hal tersebut dapat mempersulit proses segmentasi.

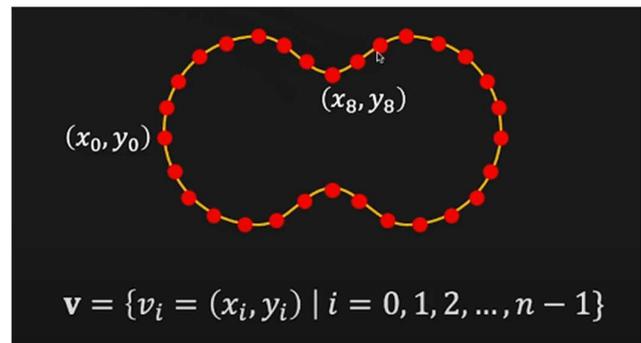


**Gambar 2.3** Contoh segmentasi objek pada citra MRI  
 Sumber: [https://www.researchgate.net/figure/Visualization-examples-of-the-MRI-slices-and-lesion-segmentation-results-a-b-The\\_fig29\\_348918366](https://www.researchgate.net/figure/Visualization-examples-of-the-MRI-slices-and-lesion-segmentation-results-a-b-The_fig29_348918366) [accessed 15 Jan 2025]

#### D. Active contour model

*Active contour model* adalah metode segmentasi yang diawali dengan mendefinisikan suatu batas penghampiran (kontur) di sekeliling objek yang akan disegmentasi pada suatu citra. Batas penghampiran tersebut kemudian akan terdeformasi selama beberapa iterasi sampai akhirnya berakhir pada *pixel* tepi dan wujud batas penghampiran tersebut halus.

Sebuah kontur  $v$  didefinisikan sebagai *list* terurut dari sudut 2 dimensi yang terhubung dengan suatu garis lurus yang memiliki panjang tertentu.



**Gambar 2.4** Contoh kontur  $v$

Sumber: <https://youtu.be/FROJUMk9P3Y?si=wYDSzJ0joo7-79J1>

Dengan mengubah gambar menggunakan fungsi gradien dan kemudian melakukan *blur* pada hasil operasi tersebut, akan didapatkan suatu *outline* yang dapat membantu titik-titik pada kontur  $v$  mendekati tepi objek.



**Gambar 2.5** Contoh transformasi citra

Sumber: <https://youtu.be/FROJUMk9P3Y?si=wYDSzJ0joo7-79J1>

Dengan informasi tersebut, suatu fungsi energi yang merepresentasikan jarak titik-titik pada kontur  $v$  dapat dinyatakan sebagai berikut

$$E_{image} = -\sum_{i=0}^{n-1} \|\nabla_{n_{\sigma}} \cdot I(v_i)\|^2 \quad (1)$$

Dengan menggunakan fungsi energi tersebut, titik-titik pada kontur  $v$  dapat dilakukan iterasi dengan tiap objektif iterasi adalah mengubah posisi tiap titik sehingga menghasilkan nilai energi yang lebih kecil dari sebelumnya. Dengan melakukan proses iterasi ini, pada akhirnya kontur akan berimpitan dengan tepi sehingga segmentasi dapat dilakukan.

Meskipun segmentasi dapat dilakukan dengan fungsi energi tersebut, suatu *noise* pada citra akan berdampak sangat besar terhadap nilai energi sehingga hasil segmentasi tidak optimal. Untuk menangani hal tersebut digunakan fungsi elastisitas yang mencegah suatu titik pada kontur  $v$  terlalu jauh dari titik lainnya. Hal tersebut yang disebut sebagai batas penghampiran yang halus.

### III. IMPLEMENTASI

Implementasi dilakukan dengan menggunakan *library* scikit-image pada python yang akan menyegmentasi suatu objek pada citra MRI atau CT *scan*.

#### A. Kode Program

Kode program untuk melakukan segmentasi terhadap citra MRI dan CT *scan* adalah sebagai berikut

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from skimage import io, color, filters, segmentation
from skimage import img_as_float

image_path = "MRI.JPG" # image yang akan di segmentasi
image = io.imread(image_path)

# koversi image ke grayscale
if len(image.shape) == 3: # Check if the image has multiple channels
    image = color.rgb2gray(image)

# normalisasi image ke range [0, 1]
image = img_as_float(image)

# gunakan Gaussian smoothing karena metode segmentasi ini sensitive terhadap noise
smoothed_image = filters.gaussian(image, sigma=1)

# inisiasi kontur
s = np.linspace(0, 2 * np.pi, 400)
radius = 75
center_x, center_y = image.shape[0] // 2, image.shape[1] // 2
r = 400 + radius * np.sin(s)
```

```
c = 230 + (radius-20) * np.cos(s)
initial_snake = np.array([r, c]).T

# Plot the initial contour
fig, ax = plt.subplots()
ax.imshow(image, cmap=plt.cm.gray)
ax.plot(initial_snake[:, 1], initial_snake[:, 0], '--b', lw=2) # Initial contour in blue dashed line
ax.set_title("Initial Contour on Your Image")
plt.show()

# lakukan iterasi active contour model
snake = segmentation.active_contour(
    smoothed_image,
    initial_snake,
    alpha=0.35, #seberapa elastis kontur
    beta=5, #seberapa kuat tenaga elastisitas kontur
    gamma=0.00005,
    max_num_iter=1000
)

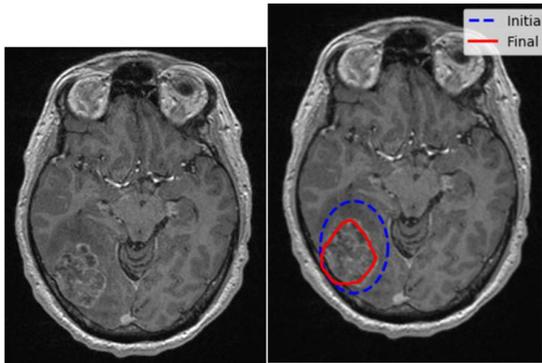
# Plot the final contour after the snake has evolved
fig, ax = plt.subplots()
ax.imshow(image, cmap=plt.cm.gray)
ax.plot(initial_snake[:, 1], initial_snake[:, 0], '--b', lw=2, label='Initial Contour') # Initial contour
ax.plot(snake[:, 1], snake[:, 0], '-r', lw=2, label='Final Contour') # Final contour
ax.legend()
ax.set_title("Active Contour Model on Your Image")
plt.show()
```

Terdapat variabel *gamma*, *beta*, dan *alpha* pada fungsi *active contour model* yang berturut-turut merepresentasikan seberapa

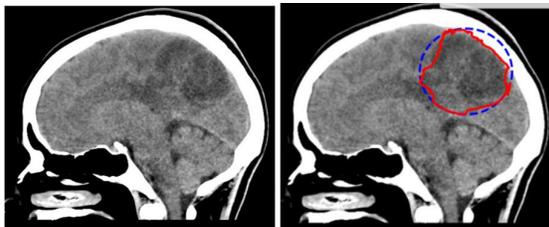
jauh tiap titik pada kontur dipindahkan pada suatu iterasi, seberapa resistan kontur terhadap pembengkokan, dan seberapa elastis kontur.

### B. Hasil

Dengan kode yang telah dibuat sebelumnya dilakukan percobaan terhadap beberapa citra MRI dan CT scan. Untuk tiap kontur inisiasi ditandai dengan garis biru dan kontur final yang digunakan untuk segmentasi ditandai dengan garis merah. Hasil eksperimen adalah sebagai berikut



**Gambar 3.1** Hasil segmentasi terhadap citra MRI otak yang memiliki tumor



**Gambar 3.1** Hasil segmentasi terhadap citra CT scan otak yang memiliki tumor

## IV. KESIMPULAN

Metode *active contour model* berhasil diimplementasikan untuk melakukan segmentasi terhadap kelainan pada citra MRI dan CT scan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

The Penulis ingin berterimakasih kepada Tuhan YME. karena atas kebaikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan tepat waktu. Penulis juga ingin berterima kasih kepada pak Rinaldi Munir selaku dosen mata kuliah Pengolahan Citra Digital IF4073 yang telah memberikan materi dan pengetahuan yang cukup untuk menyusun makalah ini.

## REFERENCES

- [1] <https://youtu.be/FROJUMk9P3Y?si=wYDSzJOjoo7-79J1>
- [2] [https://www.researchgate.net/figure/Brain-magnetic-resonance-imaging-MRI-for-subjects-S1-S2-and-S4-Brain-magnetic\\_fig4\\_336148130](https://www.researchgate.net/figure/Brain-magnetic-resonance-imaging-MRI-for-subjects-S1-S2-and-S4-Brain-magnetic_fig4_336148130)
- [3] [https://www.researchgate.net/figure/Visualization-examples-of-the-MRI-slices-and-lesion-segmentation-results-a-b-The\\_fig29\\_348918366](https://www.researchgate.net/figure/Visualization-examples-of-the-MRI-slices-and-lesion-segmentation-results-a-b-The_fig29_348918366)

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Januari 2025

Tobias Natalio Sianipar 13521090