

# **TUGAS AKHIR**

**SEGMENTASI DAN PEMODELAN SALURAN UDARA  
PARU MENGGUNAKAN ARSITEKTUR VNET**



**Disusun Oleh :**

**ANDIKA SETIANATA WICAKSANA**

**NBI : 1462000182**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2024**



**TUGAS AKHIR**  
**SEGMENTASI DAN PEMODELAN SALURAN UDARA**  
**PARU MENGGUNAKAN ARSITEKTUR VNET**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Komputer di Program Studi Informatika



Oleh :

Andika Setianata Wicaksana

1462000182

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**  
**2024**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**FINAL PROJECT**  
**SEGMENTATION AND MODELING OF PULMONARY**  
**AIRWAY USING VNET ARCHITECTURE**

Prepared as partial fulfilment of the requirement for the degree of  
Sarjana Komputer at Informatics Department



By :

Andika Setianata Wicaksana

1462000182

**INFORMATICS DEPARTMENT**  
**FACULTY OF ENGINEERING**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**  
**2024**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

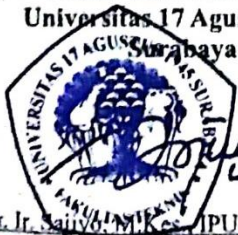
**Nama** : Andika Setianata Wicaksana  
**NBI** : 1462000182  
**Prodi** : S-1 Informatika  
**Fakultas** : Teknik  
**Judul** : Segmentasi dan Pemodelan Saluran Udara Paru  
Menggunakan Arsitektur *VNet*

**Mengetahui / Menyetujui**  
**Dosen Pembimbing**



Dr. Fajar Astuti Hermawati, S.Kom., M.Kom.  
NPP. 20460.00.0521

**Dekan Fakultas Teknik**  
**Universitas 17 Agustus 1945**  
**Surabaya**



Dr. Ir. Saivyo, M.Eng., IPU., ASEAN Eng.  
NPP. 20410.90.0197

**Ketua Program Studi Teknik Informatika**  
**Universitas 17 Agustus 1945**  
**Surabaya**



Aidil Primasetya Armin, S.ST, M.MT.  
NPP. 20460.16.0700

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya bertanda tangan dibawah ini

Nama : Andika Setianata Wicaksana  
NBI : 1462000182  
Fakultas/Program Studi : Teknik/Informatika  
Judul Tugas Akhir : Segmentasi dan Pemodelan Saluran Udara Menggunakan Arsitektur *VNet*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana semestinya.
2. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non - material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.
3. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan hak atas Tugas Akhir ini kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakan integritas akademik di institusi ini dan bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaaan.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



U N I V E R S I T A S  
**17 AGUSTUS 1945**  
S U R A B A Y A

**BADAN PERPUSTAKAAN**  
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TLP. 031 593 1800 (EX 311)  
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID.

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA  
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andika Setianata Wicaksana  
NIM : 1462000182  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Informatika  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Nonklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**Segmentasi dan Pemodelan Saluran Udara Paru Menggunakan Arsitektur VNet**

Dengan **Hak Bebas Royalti Nonklusif (Nonexclusive Royalty- Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada Tanggal : 20 Juli 2024



(Andika Setianata Wicaksana)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Segmentasi dan Pemodelan Saluran Udara Paru Menggunakan Arsitektur *VNet*" ini. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T. selaku ketua program studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Ibu Dr. Fajar Astusti Hermawati, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah banyak sekali membantu penulis dengan bimbingan, saran, dan dorongan selama penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Agung Kridoyono, S.ST., M.T. selaku dosen wali yang selalu membantu dan memberi arahan kepada penulis dalam setiap sesi perwalian, serta membantu dalam proses pembuatan artikel ilmiah saat KKN.
4. Seluruh dosen dan staf di Program Studi Teknik Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa studi.
5. Orang tua penulis yang selalu memberi support dan mendoakan demi kelancaran serta kebaikan kepada penulis selama menyusun tugas akhir.
6. Teman – Teman satu angkatan yang telah berjuang bersama penulis dalam melewati tugas akhir bersama.
7. Sahabat – sahabat di komunitas Grup KP yang telah kebersamai penulis. Mulai dari bimbingan bersama dan saling menyemangati.
8. Orang yang saya kagumi yang telah mendoakan kelancaran tugas akhir penulis.

Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Surabaya, 16 Juni 2024

Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ABSTRAK

Nama : Andika Setianata Wicaksana  
Program Studi : Informatika  
Judul : Segmentasi dan Pemodelan Saluran Udara Paru Menggunakan  
Arsitektur VNet

Saluran udara paru merupakan struktur yang kompleks, dengan berbagai macam cabang dan tingkat kecil, sehingga diagnosis penyakit saluran udara paru membutuhkan ketelitian yang tinggi dan memakan waktu yang lama, maka dari itu diperlukan sebuah teknik atau metode untuk mempersingkat waktu diagnosis. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi pemrosesan citra dan jaringan saraf tiruan telah memberikan kemajuan besar dalam bidang segmentasi dan pemodelan saluran udara paru, dengan menggunakan segmentasi dan pemodelan pada saluran udara paru para tenaga medis dapat dengan mudah mendiagnosis penyakit pada saluran udara paru. Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan bentuk saluran udara paru menggunakan metode segmentasi citra *Deep Learning*, dan memvisualisasikannya ke bentuk 3D, tujuan lain dari penelitian ini adalah untuk mengatasi masalah segmentasi yang ada. Penelitian ini berfokus pada penggunaan metode arsitektur *VNet*, untuk mensegmentasi bagian dari saluran udara paru. Tahapan penelitian ini dimulai dengan memasukkan citra CT scan dada 2D setelah itu diproses untuk membersihkan dan menghaluskan struktur objek dari citra CT scan dada, selanjutnya baru dilakukan proses segmentasi. Hasil citra dari segmentasi kemudian diproses kembali untuk merapihkan citra hasil segmentasi, yang nantinya akan dilakukan pemodelan 3D. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model segmentasi yang dilatih tanpa melalui *preprocessing enhancement* memberikan hasil evaluasi yang lebih baik dibandingkan dengan model yang dilatih menggunakan *preprocessing enhancement*. Hal ini dibuktikan dengan skor evaluasi tanpa melalui *preprocessing enhancement* mencapai akurasi 99.5%, presisi 96.7%, DSC 95.8%, sedangkan skor evaluasi dengan *preprocessing enhancement* mencapai akurasi 97.1%, presisi 60.4%, DSC 65.2%. Namun, Objek saluran udara paru tidak dapat tampak secara lengkap karena ukuran 96 x 96 piksel untuk patch dan input citra menghasilkan segmentasi yang hanya menampilkan sebagian tengah saluran udara paru dengan sedikit bagian bronkus di samping kanan dan kiri. Metode *postprocessing* yang ada dapat memperbaiki *breakage* dari hasil segmentasi, objek-objek yang tidak tersambung terbukti dapat diatasi menggunakan *postprocessing fill holes*.

**Kata Kunci:** Arsitektur *VNet*; *Breakage*; CT scan; *Enhancement*; *Fill holes*; *Preprocessing*; *Postprocessing*; Segmentasi Citra; Saluran Udara Paru; 3D; 2D

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ABSTRACT

Nama : Andika Setianata Wicaksana  
Department : Informatics  
Title : Segmentation and Modeling of Pulmonary Airway Using *VNet* Architecture

The airway of the lungs is a complex structure with various branching and fine levels, making the diagnosis of lung airway diseases require high precision and time-consuming effort. Therefore, a technique or method is needed to expedite the diagnosis process. In recent years, advancements in image processing technology and artificial neural networks have significantly progressed in the field of lung airway segmentation and modeling. By utilizing segmentation and modeling of lung airways, medical professionals can easily diagnose diseases affecting these structures. The aim of this research is to generate lung airway shapes using Deep Learning image segmentation methods and visualize them in 3D. Another objective is to address existing segmentation challenges. This study focuses on using the VNet architecture method for segmenting parts of the lung airway. The research process begins by inputting 2D chest CT scan images, followed by cleaning and smoothing the object structures from the chest CT scan images, and then proceeding with the segmentation process. The resulting segmented images are further processed to refine the segmented images, which will then undergo 3D modeling. The findings of this study indicate that the segmentation model trained without preprocessing enhancement yielded better evaluation results compared to the model trained using preprocessing enhancement. This is evidenced by the evaluation scores without preprocessing enhancement achieving accuracy of 99.5%, precision of 96.7%, and DSC (Dice Similarity Coefficient) of 95.8%. In contrast, the evaluation scores with preprocessing enhancement achieved accuracy of 97.1%, precision of 60.4%, and DSC of 65.2%. However, the lung airway object cannot be fully visible due to the use of 96 x 96 pixel size for patches and input images, resulting in segmentations that only display the central part of the lung airway with small portions of bronchi on the right and left sides. Existing postprocessing methods can rectify the breakages in segmentation, demonstrating the ability to address unconnected objects using postprocessing *fill holes*.

**Keywords:** Breakages; CT scan; Enhancement; *Fill holes*; Image Segmentation; Pulmonary Airway; Preprocessing; Postprocessing; *VNet* Architecture; 3D; 2D

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.. Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori .....	8
2.2.1. Teknik Pengambilan Citra .....	8
2.2.2. <i>Contrast Stretching</i> .....	10
2.2.3. <i>Morphology Erosion</i> .....	11
2.2.4. <i>Fill Holes</i> .....	11
2.2.5. <i>Deep Learning</i> .....	12
2.2.6. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	13
2.2.7. <i>VNet</i> .....	21
2.2.8. Metode Evaluasi .....	24
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>

3.1.	Hipotesis .....	27
3.2.	Obyek Penelitian .....	27
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian .....	28
3.4.	Tahapan Penelitian .....	28
3.4.1.	Tahapan Preprocessing .....	30
3.4.2.	Tahapan Segmentasi .....	32
3.4.3.	Tahapan Postprocessing .....	33
3.4.4.	<i>Postprocessing Erosion</i> .....	34
3.4.5.	<i>Postprocessing Fill Holes</i> .....	35
3.5.	Skenario Pengujian .....	36
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1.	Tahap Pengambilan Dataset .....	39
4.2.	Tahap Implementasi Preprocessing Citra .....	40
4.3.	Tahap Implementasi Pembagian Dataset.....	43
4.4.	Tahap Implementasi Postprocessing Citra .....	45
4.5.	Tahap Implementasi Segmentasi dan Evaluasi .....	46
4.4.1.	Training Data .....	46
4.4.2.	Tanpa <i>Preprocessing Enhancement</i> Citra.....	48
4.4.3.	Dengan <i>Preprocessing Enhancement</i> Citra .....	53
4.6.	Perbandingan Hasil Evaluasi .....	57
<b>BAB 5</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>61</b>
5.1.	Kesimpulan.....	61
5.2.	Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model <i>framework</i> arsitektur <i>DeepTree</i> (Wang et al. 2023) .....	6
Gambar 2.2 Model arsitektur <i>VNet</i> (Boubnovski et al. 2022).....	6
Gambar 2.3 Perbedaan citra CT scan dan MRI dada (Dournes et al, 2021) .....	9
Gambar 2.4 Tampilan 3D citra CT scan dada dengan bagian: a.) axial, b.) sagittal, c.) coronal .....	9
Gambar 2.5 Gambaran operasi <i>convolution layer</i> (Saha. 2018) .....	14
Gambar 2.6 Gambaran <i>Pooling Layer</i> (Gülğün and Erol. 2020).....	15
Gambar 2.7 Arsitektur umum <i>CNN</i> (Gu et al. 2019).....	16
Gambar 3.1 Training image .....	27
Gambar 3.2 Training label .....	28
Gambar 3.3 Diagram tahapan penelitian .....	29
Gambar 3.4 Diagram tahapan <i>preprocessing</i> .....	30
Gambar 3.5 Diagram tahapan <i>enhancement contrast stretching</i> .....	31
Gambar 3.6 Diagram tahapan <i>postprocessing</i> .....	33
Gambar 3.7 Diagram proses <i>morphology erosion</i> .....	34
Gambar 3.8 Diagram proses <i>fill holes</i> .....	35
Gambar 4.1 Training Image.....	39
Gambar 4.2 Training Label.....	39
Gambar 4.3 Perbandingan citra asli (kiri) dan citra hasil <i>contrast stretching</i> (kanan).....	41
Gambar 4.4 Potongan kode praproses citra.....	42
Gambar 4.5 Visualisasi sebaran data setelah dibagi .....	43
Gambar 4.6 Potongan kode pembagian data.....	44
Gambar 4.7 Perbandingan citra sebelum <i>cropping</i> (kiri) dan citra setelah <i>cropping</i> (kanan) .....	45
Gambar 4.7 Potongan kode training data.....	47
Gambar 4.8 Hasil training tanpa <i>preprocessing enhancement</i> .....	49
Gambar 4.9 Hasil segmentasi saluran udara paru tanpa data <i>enhancement</i> .....	50
Gambar 4.10 Hasil training dengan <i>preprocessing enhancement</i> .....	54

Gambar 4.11 Hasil segmentasi saluran udara paru dengan data *enhancement* ..... 55  
Gambar 4.12 Potongan code evaluasi *testing* ..... 59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 State of the Art Segmentasi Saluran Udara Paru .....	7
Tabel 2.1 State of the Art Segmentasi Saluran Udara Paru (lanjutan).....	8
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Dataset</i> .....	27
Tabel 4.1 Sebagian Hasil Segmentasi Tanpa <i>Enhancement</i> .....	51
Tabel 4.1 Sebagian Hasil Segmentasi Tanpa <i>Enhancement</i> (lanjutan).....	52
Tabel 4.2 Sebagian Hasil Segmentasi Dengan <i>Enhancement</i> .....	56
Tabel 4.2 Sebagian Hasil Segmentasi Dengan <i>Enhancement</i> (lanjutan) .....	57
Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Evaluasi .....	58

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Rumus Contrast Stretching .....	10
Persamaan 2.2 Rumus Morphology Erosion.....	11
Persamaan 2.3 Rumus Cross-Entropy .....	20
Persamaan 2.4 Rumus Euclidean Loss .....	20
Persamaan 2.5 Rumus <i>Dice Loss</i> .....	21
Persamaan 2.6 Rumus Accuracy .....	24
Persamaan 2.7 Rumus Precision .....	25
Persamaan 2.8 Rumus DSC .....	26