

**SEGMENTASI LIVER MENGGUNAKAN KOMBINASI  
ARSITEKTUR *DOUBLE U-NET RESIDUAL BLOCK* DAN  
*INCEPTION* PADA CITRA 3D HASIL *COMPUTED  
TOMOGRAPHY (CT) SCAN***

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

**Oleh :**

**Nadiyah Fadhilah**

**08011282025065**



**JURUSAN MATEMATIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SEGMENTASI LIVER MENGGUNAKAN KOMBINASI ARSITEKTUR  
DOUBLE U-NET RESIDUAL BLOCK DAN INCEPTION PADA CITRA 3D  
HASIL COMPUTED TOMOGRAPHY (CT) SCAN**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

**Oleh:**

**NADIYAH FADHILAH**

**NIM. 08011282025065**

**Pembimbing Kedua**



**Drs. Ali Amran, M.T.**  
**NIP. 196612131994021001**

**Indralaya, Mei 2024  
Pembimbing Utama**



**Dr. Anita Desiani, S.Si., M.Kom**  
**NIP. 19771211 2003122002**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika**



**Dr. Dian Cahyawati S, S.Si., M.Si.**  
**NIP. 19730321 200012 2001**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Nadiyah Fadhilah  
NIM : 08011282025065  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai penentuan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulisan lain baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 18 Juni 2024



Nadiyah Fadhilah  
NIM. 08011282025065

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan skripsi ini untuk:*

*Yang Maha Kuasa Allah Subhanahu Wa Ta'ala,*

*Kedua Orang tua yang sangat kucinta,*

*Keluarga besarku*

*Seluruh guru dan dosenku*

*Sahabat-sahabatku,*

*Almamaterku*

Motto

*“Kesuksesan tidak akan bertahan lama, jika diperoleh melalui jalan pintas”*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas anugerah berkat, karunia, dan petunjuk-Nya yang luar biasa sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul "**Segmentasi Liver Menggunakan Kombinasi Arsitektur *Double U-Net Residual Block* dan *Inception* pada Citra 3D Hasil *Computed Tomography (CT) Scan*". Skripsi ini merupakan salah satu syarat penting dalam perolehan gelar Sarjana Sains di bidang Matematika dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.**

Dengan penuh hormat dan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua tercinta, yaitu Ayah **Masyuri Sanusi** dan Ibu **Martinah**, yang dengan penuh dedikasi telah merawat, mendidik, dan memberikan motivasi, serta memberikan dukungan, nasihat, dan doa selama perjalanan hidup penulis. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menerima banyak dukungan dari berbagai sumber. Pada kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D** selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si** selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ibu **Des Alwine Zayanti, S.Si., M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika yang telah memberikan ilmu dan arahan dalam hal akademik.
3. Ibu **Dr. Anita Desiani, S.Si., M.Kom** sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah menyediakan waktu dan memberikan arahan, bimbingan, motivasi, ide, nasihat, serta kritik dan saran yang sangat berarti bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

4. Bapak **Drs. Ali Amran M.T** selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang juga telah menyediakan waktu dan memberikan arahan, bimbingan, motivasi, ide, nasihat, serta kritik dan saran yang sangat berarti bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Ibu **Dr. Ir Herlina Hanum, M.Si** dan Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd** sebagai Dosen Pembahas dan Penguji yang telah bersedia memberikan saran dan kritik yang bermanfaat bagi penulis dalam perbaikan dan pengerjaan skripsi ini.
6. Ibu **Dr. Yuli Andriani, S.Si, M.Si** sebagai Ketua Seminar dan Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si** sebagai Sekretaris Seminar yang telah bersedia meluangkan waktu.
7. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspitas, S.Si., M.Sc.** selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan mengarahkan urusan akademik penulis.
8. Semua **Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan pengetahuan yang berguna, bimbingan, nasihat, dan motivasi selama penulis menempuh masa perkuliahan.
9. Bapak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** yang telah memberikan kontribusi besar dalam proses administratif selama masa perkuliahan penulis.
10. **Keluarga Besar** yang telah memberikan semua dukungan, motivasi, doa dan semangat kepada penulis selama ini.
11. Sahabat-sahabat seperjuangan **RJ** dan **Ea** yang sudah penulis anggap seperti keluarga sendiri, yang menemani penulis selama perjalanan skripsi, selalu memberikan bantuan, memberikan semangat, selalu ada dan mengerti keadaan penulis.

12. **Kakak-kakak tingkat angkatan 2018 dan 2019 bidang komputasi, Tim Komputasi 2020, dan Keluarga Matematika 2020**, yang telah membantu serta berbagi ilmu selama proses perkuliahan. Terima kasih untuk bantuan, semangat dan kerja samanya.
13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan, bantuan, motivasi, doa, dan nasehat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis berharap agar skripsi ini tidak hanya memberikan manfaat, tetapi juga dapat menjadi tambahan pengetahuan dan wawasan bagi semua pihak yang memerlukan. Semoga setiap kebaikan dan pertolongan yang telah diberikan dapat dibalas Allah SWT.

Indralaya, Mei 2024

Penulis

**LIVER SEGMENTATION USING A COMBINATION OF DOUBLE U-NET  
RESIDUAL BLOCK AND INCEPTION ARCHITECTURE ON 3D  
COMPUTED TOMOGRAPHY (CT) SCAN IMAGES**

By :

**Nadiyah Fadhilah**

**08011282025065**

**ABSTRACT**

Liver segmentation in abdominal CT-Scan images is carried out as an effort to detect disease in the liver organ. Liver segmentation can be done by utilizing deep learning with the Convolutional Neural Network (CNN) method. This research modifies the Double U-Net Residual Block and Inception architecture in liver segmentation on abdominal CT-Scan images. Modification of the Double U-Net architecture is done by replacing the encoder and decoder parts with Residual Block and replacing the bridge part with Inception. The results obtained accuracy, sensitivity, specificity, F1-Score, and Intersection over Union (IoU) values of 99.09%, 99.70%, 89.01%, 99.52%, and 99.04%, respectively. Based on the results, the double U-Net residual block and inception architecture is able to perform liver segmentation on abdominal CT-Scan images.

Keyword : Segmentation, Liver, CT-Scan, Double U-Net



**SEGMENTASI LIVER MENGGUNAKAN KOMBINASI ARSITEKTUR  
*DOUBLE U-NET RESIDUAL BLOCK* DAN *INCEPTION* PADA CITRA 3D  
HASIL *COMPUTED TOMOGRAPHY (CT) SCAN***

Oleh :

**Nadiyah Fadhilah**

**08011282025065**

**ABSTRAK**

Segmentasi liver pada citra CT-Scan *Abdomen* dilakukan sebagai upaya deteksi penyakit pada organ liver. Segmentasi liver dapat dilakukan dengan memanfaatkan *deep learning* dengan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Penelitian ini memodifikasi arsitektur *Double U-Net Residual Block* dan *Inception* dalam segmentasi liver pada citra CT-Scan *Abdomen*. Modifikasi arsitektur *Double U-Net* dilakukan dengan menggantikan bagian *encoder* dan *decoder* dengan *Residual Block* dan pada bagian *bridge* diganti dengan *Inception*. Hasil penelitian ini memperoleh nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas, F1-Score, dan *Intersection over Union (IoU)* dengan nilai masing-masing sebesar 99.09%, 99.70%, 89.01%, 99.52%, dan 99.04%. Berdasarkan hasil yang diperoleh, arsitektur *Double U-Net Residual Block* dan *Inception* mampu melakukan segmentasi liver pada citra CT-Scan *Abdomen*.

Kata Kunci: Segmentasi, Liver, CT-Scan, *Double U-Net*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Liver.....	5
2.2 Teknik <i>Multi-Planar Reconstruction</i> (MPR) .....	5
2.3 Segmentasi Citra Biner.....	5
2.4 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) .....	6
2.5 <i>Double U-Net</i> .....	13
2.6 <i>Residual Block</i> .....	13
2.7 <i>Inception</i> .....	14
2.8 <i>Confusion Matrix</i> .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	18
3.1 Tempat Penelitian.....	18
3.2 Waktu Penelitian.....	18
3.3 Alat.....	18
3.4 Tahap Penelitian .....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	22
4.1 Deskripsi Dataset.....	22
4.2 Preprocessing Data.....	23
4.3 Kombinasi Arsitektur Double U-Net Residual Block dan Inception .....	24
4.4 Operasi Manual <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	25
4.5 Training.....	38
4.6 Testing.....	39
4.7 Evaluasi .....	42
4.8 Analisis dan Interpretasi Hasil.....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	45
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Confusion Matrix .....	15
Tabel 2. 2 Kategori nilai evaluasi kinerja model .....	16
Tabel 4. 1 Data Sampel citra LiTS.....	22
Tabel 4. 2 Contoh Potongan Citra Asli .....	23
Tabel 4. 3 Contoh Potongan <i>Ground Truth</i> .....	23
Tabel 4. 4 Perbandingan Citra, <i>Ground Truth</i> , dan Hasil Segmentasi.....	41
Tabel 4. 5 <i>Confusion matrix</i> dari Proses <i>Testing</i> .....	41
Tabel 4. 6 Perbandingan Hasil Evaluasi dengan Penelitian Lainnya.....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil <i>CT Scan Abdomen</i> .....	5
Gambar 2. 2 Ilustrasi Teknik <i>Multi-Planar Reconstruction (MPR)</i> .....	6
Gambar 2. 3 Ilustrasi Proses Konvolusi.....	7
Gambar 2. 4 Proses <i>Max Pooling</i> .....	9
Gambar 2. 5 Operasi <i>Upsampling Layer</i> .....	10
Gambar 2. 6 Ilustrasi Proses <i>Concatenate layer</i> .....	11
Gambar 2. 7 Arsitektur <i>Double U-Net</i> .....	13
Gambar 2. 8 <i>Residual Block</i> .....	14
Gambar 2. 9 <i>Inception Module</i> .....	15
Gambar 4. 1 Kombinasi Arsitektur <i>Double U-Net Residual Block</i> dan <i>Inception</i>	24
Gambar 4. 2 Proses <i>Max Pooling</i> .....	32
Gambar 4. 3 Proses <i>Concatenate</i> .....	33
Gambar 4. 4 Hasil Proses <i>Training</i> pada Arsitektur <i>double U-Net Residual Block</i> dan <i>Inception</i> .....	38
Gambar 4. 5 Grafik Akurasi Proses <i>Training</i> pada Data <i>Training</i> dan Data Validasi .....	39
Gambar 4. 6 Grafik <i>Loss</i> Proses <i>Training</i> pada Data <i>Training</i> dan Data Validasi	40

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Liver merupakan organ terbesar didalam tubuh manusia yang mempunyai peran penting dalam metabolisme dan pencernaan (Bilic et al., 2023). Salah satu penyakit yang sering menyerang organ liver yaitu tumor liver. Tumor liver termasuk tumor yang paling berbahaya dan urutan ke empat dalam daftar paling signifikan tumor yang perlu ditangani (Ulhaq et al., 2021). Salah satu alat yang digunakan untuk melihat morfologi, bentuk, dan posisi liver yaitu *Computed Tomography (CT) Scan Abdomen* (Bilic et al., 2023). Hasil *CT Scan Abdomen* berupa citra tiga dimensi (3D), yang terdiri dari beberapa organ seperti, liver, ginjal, limpa, pankreas, lambung, dan lainnya yang saling bertumpukan (Gibson et al., 2018). Penumpukan organ liver dengan organ lainnya dapat membuat fitur liver tidak terlihat dengan jelas. Salah satu cara untuk meperlihatkan fitur liver dengan jelas yaitu dengan memisahkan objek yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan atau yang disebut dengan segmentasi (Abdolhoseini et al., 2019).

Segmentasi biasanya dilakukan secara manual oleh ahli medis, namun membutuhkan waktu yang lama dan rentan terjadi kesalahan. Hal tersebut disebabkan adanya perbedaan pendapat serta faktor kelelahan pada manusia (Zhang et al., 2017). Selain segmentasi secara manual, saat ini segmentasi juga berkembang dengan memanfaatkan metode *Deep Learning (DL)* (Altini et al., 2022). Salah satu metode segmentasi pada DL yaitu *Convolutional Neural Network (CNN)* (Rahman et al., 2022). Metode CNN terdiri dari beberapa lapisan yaitu

*covolution layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer* (Gholamalinezhad & Khosravi, 2020). Salah satu metode CNN adalah arsitektur *double U-Net*.

Arsitektur *double U-Net* memiliki kelebihan yaitu mampu mengambil fitur-fitur penting dengan akurat, karena pada blok kedua *double U-Net* dilakukan penyempurnaan hasil segmentasi blok pertama (Pham *et al.*, 2019 ; Jha *et al.*, 2020). Arsitektur *double U-Net* memerlukan jumlah data yang banyak untuk proses latih, namun dataset 3D pada citra *CT Scan Abdomen* masih sangat terbatas. Hal tersebut dapat diatasi dengan memotong citra 3D berdasarkan teknik *Multi-Planar Reconstruction* (MPR). Teknik MPR merupakan Teknik yang digunakan untuk memotong citra 3D menjadi 2D berdasarkan tiga sumbu yaitu sumbu *coronal* (X), sumbu *aksial* (Y), dan sumbu *sagittal* (Z) (Kataria *et al.*, 2020). Selain membutuhkan data yang banyak *double U-Net* juga memiliki jumlah parameter yang besar terutama bagian *decoder* dan *encoder*, yang dapat menyebabkan terjadi *overfitting* (L. Chen *et al.*, 2018).

Arsitektur yang memiliki jumlah parameter yang lebih kecil dari *double U-Net* adalah Residual Network (Resnet). Arsitektur resnet terdiri dari serangkaian *Residual block* yang dapat mengurangi jumlah parameter secara signifikan (Peng *et al.*, 2020). Li *et al* (2023) melakukan penelitian menggunakan *residual block* pada *encoder* dan *bridge U-Net* pada citra CT Scan yang menghasilkan nilai *F1-Score* 91%. Namun nilai akurasi masih dibawah 90% dan melakukan konversi langsung pada citra 3D ke 2D. Meskipun jumlah parameter pada bagian *bridge double U-Net* tidak sebesar bagian *decoder* dan *encoder*, bagian *bridge double U-Net* juga memberikan jumlah parameter yang cukup besar dan kompleks, karena

memiliki nilai kernel dan filter yang besar. Berbagai modifikasi dilakukan pada bagian *bridge*, salah satunya adalah dengan menggunakan arsitektur *Inception*. Arsitektur *Inception* memiliki kemiripan dengan bagian *bridge double* U-Net, karena memiliki konsep *bottleneck* (Wang et al., 2020). Arsitektur *Inception* memiliki jumlah parameter yang lebih kecil dibandingkan *double* U-Net karena menggunakan *depthwise separable convolution* (Younas & Niu, 2021). (Ozcan et al., 2023) melakukan segmentasi liver dengan menggabungkan arsitektur *inception* dan U-Net. Namun penelitian ini menghasilkan nilai *Intersection over Union* (IoU) dibawah 90%.

Penelitian ini akan memodifikasi arsitektur *double* U-Net dimana pada bagian *decoder-encoder* diganti dengan *Residual Block* dan bagian *bridge* diganti dengan *Inception* untuk mengatasi jumlah parameter yang besar. Kombinasi dari arsitektur-arsitektur tersebut akan menghasilkan model baru yang diharapkan mampu memberikan hasil segmentasi liver yang akurat. Keberhasilan kinerja kombinasi arsitektur *Double U-Net Residual Block* dan *Inception* diukur berdasarkan nilai akurasi, sensitivitas, F1-Score, dan *Intersection over Union* (IoU).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil kinerja modifikasi arsitektur *Double U-Net Residual Block* dan *Inception* dalam segmentasi liver pada citra hasil *CT Scan Abdomen* berdasarkan nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *IoU*, dan *f1-score*.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini tidak membahas perbaikan citra dan klasifikasi.
2. Ukuran evaluasi kinerja yang digunakan dalam penelitian ini yaitu akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *IoU*, dan *f1-score*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil kinerja arsitektur *Double U-Net Residual Block* dan *Inception* dalam memperoleh hasil segmentasi liver pada citra *CT Scan Abdomen* yang diukur berdasarkan nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *IoU*, dan *f1-score*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memperoleh model yang mampu melakukan segmentasi liver pada citra *CT Scan Abdomen* dengan menerapkan arsitektur *Double U-Net Residual Block* dan *Inception*.
2. Dapat menjadi referensi untuk penelitian lain mengenai segmentasi liver pada citra *CT Scan Abdomen*.
3. Dapat membantu tenaga medis dalam melakukan segmentasi liver pada citra *CT Scan Abdomen* secara otomatis.



## DAFTAR PUSTAKA

- Almotairi, S., Kareem, G., Aouf, M., Almutairi, B., & Salem, M. A. M. (2020). Liver tumor segmentation in CT scans using modified segnet. *Sensors*, *20*, 1–13. <https://doi.org/10.3390/s20051516>
- Altini, N., Prencipe, B., Donato, G., Brunetti, A., Brunetti, G., Triggiani, V., Carnimeo, L., Marino, F., Guerriero, A., Villani, L., Scardapane, A., & Bevilacqua, V. (2022). Liver , kidney and spleen segmentation from CT scans and MRI with deep learning : A survey. *Neurocomputing*, *490*, 30–53. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2021.08.157>
- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Dujaili, A. Al, Duan, Y., Shamma, O. Al, Santamaria, J., Fadhel, M. A., Amidie, M. Al, & Farhan, L. (2021). Review of deep learning : concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *Journal of Big Data*, *8*, 1–74. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- Bilic, P., Christ, P., Li, H. B., Vorontsov, E., Ben-cohen, A., Kaissis, G., Szeskin, A., Jacobs, C., Efrain, G., Sommer, W., Hofmann, F., Hostettler, A., Lev-cohain, N., Drozdal, M., Amitai, M. M., Vivanti, R., Sosna, J., Ezhov, I., Sekuboyina, A., ... Kori, A. (2023). The Liver Tumor Segmentation Benchmark (LiTS). *Medical Image Analysis Journal*, *84*, 102680.
- Bjorck, J., Gomes, C., Selman, B., & Weinberger, K. Q. (2018). Understanding Batch Normalization. *ArXiv Preprint*, *4*, 1–24.
- Chauhan, R., Ghanshala, K. K., & R.C, J. (2018). Convolutional Neural Network ( CNN ) for Image Detection and Recognition. *Nternational Conference on Secure Cyber Computing and Communication*, 278–282. <https://doi.org/10.1109/ICSCCC.2018.8703316>
- Chen, L., Bentley, P., Mori, K., Misawa, K., Fujiwara, M., & Fellow, D. R. (2018). DRINet for Medical Image Segmentation. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/TMI.2018.2835303>
- Chen, W., Yang, B., Li, J., & Wang, J. (2020). An Approach to Detecting Diabetic Retinopathy Based on Integrated Shallow Convolutional Neural Networks. *IEEE Access*, *8*, 178552–178562. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3027794>
- Desiani, A., Zayanti, D. A., Primartha, R., Efriliyanti, F., & Andriani, N. A. C. (2021). Variasi Thresholding untuk Segmentasi Pembuluh Darah Citra Retina. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, *7(2)*, 255–262. <https://doi.org/10.26418/jp.v7i2.47205>
- Fernandez-moral, E., Martins, R., Wolf, D., & Rives, P. (2018). A new metric for evaluating semantic segmentation : leveraging global and contour accuracy.

*IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 1051–1056.

Fernando, E., Pratama, A., & Jumadi, J. (2022). Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital. *Jurnal Media Infotama*, 18(2), 291–301.

Gholamalinezhad, H., & Khosravi, H. (2020). Pooling Methods in Deep Neural Networks , a Review. *Computer Vision and Pattern Recognition*, 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.07485>

Gibson, E., Giganti, F., Hu, Y., Bonmati, E., Bandula, S., & Gurusamy, K. (2018). Automatic Multi-organ Segmentation on Abdominal CT with Dense V-networks. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 37(8), 1–12. <https://doi.org/10.1109/TMI.2018.2806309>

He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). Deep Residual Learning for Image Recognition. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 770–778.

Jadon, S. (2020). A Survey of Loss Functions for Semantic Segmentation. *IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/CIBCB48159.2020.9277638>

Jha, D., Riegler, M. A., & Johansen, D. (2020). DoubleU-Net: A Deep Convolutional Neural Network for Medical Image Segmentation. *IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)*, 558–564.

Joshua, A. O., Nelwamondo, F. V., & Mabuza-Hocquet, G. (2020). Blood Vessel Segmentation from Fundus Images Using Modified U-net Convolutional Neural Network. *Journal of Image and Graphics*, 8, 21–25. <https://doi.org/10.18178/joig.8.1.21-25>

Kalayeh, M. M., & Shah, M. (2019). Training Faster by Separating Modes of Variation in Batch-normalized Models. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 42(6), 1483–1500. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2895781>

Kataria, B., Nilsson, J., Smedby, O., Persson, A., Sokjer, H., & Sandborg, M. (2020). Assessment of image quality in abdominal computed tomography : Effect of model-based iterative reconstruction , multi-planar reconstruction and slice thickness on potential dose reduction. *European Journal of Radiology*, 122, 108703. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2019.108703>

Li, J., Liu, K., Hu, Y., Zhang, H., Asghar, A., Chen, H., Zhang, W., Algarni, A. D., & Elmannai, H. (2023). Eres-UNet ++ : Liver CT image segmentation based on high-efficiency channel attention and Res-UNet ++. *Computers in Biology and Medicine*, 158, 106501.

<https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.106501>

- Lian, S., Li, L., Lian, G., Xiao, X., Luo, Z., & Li, S. (2019). A Global and Local Enhanced Residual U-Net for Accurate Retina Vessel Segmentation. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*. <https://doi.org/10.1109/TCBB.2019.2917188>
- Ma, J., Deng, Y., Ma, Z., Mao, K., & Chen, Y. (2021). A Liver Segmentation Method Based on the Fusion of VNet and WGAN. *Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2021*, 1–12.
- Maleki, N., Zeinali, Y., Taghi, S., & Niaki, A. (2021). A k-NN method for lung cancer prognosis with the use of a genetic algorithm for feature selection. *Expert Systems With Applications, 164*, 113981. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113981>
- Mishra, Spandan, Vanli, O. A., Huffer, F. W., & Jung, S. (2016). Regularized discriminant analysis for multi-sensor decision fusion and damage detection with Lamb waves. *Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems 2016, 9803(850)*, 98032H. <https://doi.org/10.1117/12.2217959>
- Mishra, Sukumar, Sood, Y. R., & Tomar, A. (2018). *Applications of Computing , Automation and Wireless Systems in Electrical Engineering* (Sukumar Mishra, Y. R. Sood, & A. Tomar (eds.); Vol. 2). Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-13-6772-4>
- Naraloka, T., Kesuma, L. I., Sukmawati, A., & Cristianti, M. (2022). Arsitektur U-Net pada Segmentasi Citra Hati sebagai Deteksi Dini Kanker Liver. *Techno.Com, 21(4)*, 753–764.
- Ozcan, F., Ucan, O. N., & Karacam, S. (2023). Fully Automatic Liver and Tumor Segmentation from CT Image Using an AIM-Unet. *Bioengineering, 10*, 1–21.
- Peng, S., Huang, H., Chen, W., Zhang, L., & Fang, W. (2020). More trainable inception-ResNet for face recognition. *Neurocomputing, 411*, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.05.022>
- Pham, D. D., Dovletov, G., Warwas, S., Landgraeber, S., Jäger, M., & Pauli, J. (2019). Deep segmentation refinement with result-dependent learning: A double U-net for hip joint segmentation in MRI. *Informatik Aktuell, 49–54*. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-25326-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-658-25326-4_14)
- Rahman, H., Fatima, T., Bukht, N., Imran, A., Tariq, J., & Tu, S. (2022). A Deep Learning Approach for Liver and Tumor Segmentation in CT Images Using ResUNet. *Bioengineering Article, 9(368)*, 1–19.
- Rifai, A., Rachmatullah, M. N., & Tutuko, B. (2022). Inter Patient Atrial Fibrillation Classification Using One Dimensional Convolution Neural Network. *Computer Engineering and Applications, 11(1)*, 51–61.

- Ruby, A. U., Theerthagiri, P., Jacob, I. J., & Vamsidhar, Y. (2020). Binary cross entropy with deep learning technique for Image classification. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering Available*, 9, 5393–5397. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/175942020>
- Segnet, M., Almotairi, S., Kareem, G., Aouf, M., & Almutairi, B. (2020). Liver Tumor Segmentation in CT Scans Using Modified SegNet. *Sensors*, 20, 1–13.
- Sen, S. Y., & Ozkurt, N. (2020). Convolutional Neural Network Hyperparameter Tuning with Adam Optimizer for ECG Classification. *Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*, 1–6.
- Sharma, S., & Sharma, S. (2020). Activation Function in Neural Networks. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 4(12), 310–316.
- Szegedy, C., Reed, S., Sermanet, P., Vanhoucke, V., & Rabinovich, A. (2015). Going deeper with convolutions. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1–12.
- Tsai, Y., Chang, H., Lin, S., & Chiou, A. (2022). Using Convolutional Neural Networks in the Development of a Water Pipe Leakage and Location Identification System. *Applied Sciences*, 12(8034), 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app12168034>
- Ulhaq, M. N., Irtaza, A., Nida, N., Campus, A., & Shah, M. A. (2021). Liver Tumor Segmentation using Resnet based Mask-R-CNN. *2021 18th International Bhurban Conference on Applied Sciences & Technology (IBCAST)*, 12–16.
- Varma, D. R. (2012). Managing DICOM images: Tips and tricks for the radiologist. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 22(1), 4–13. <https://doi.org/10.4103/0971-3026.95396>
- Wang, L., Ma, X., & Ye, Y. (2020). Computer vision-based Road Crack Detection Using an Improved I-UNet Convolutional Networks. *Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*, 2, 539–543.
- Wu, Y., Xia, Y., Song, Y., Zhang, Y., & Cai, W. (2020). NFN + : A novel network followed network for retinal vessel segmentation. *Neural Networks*, 126, 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2020.02.018>
- Yamashita, R., Nishio, M., Do, R. K. G., & Togashi, K. (2018). Convolutional neural networks : an overview and application in radiology. *Insights into Imaging*, 9, 611–629.
- Yang, H., Wu, P., Yao, X., Wu, Y., & Wang, B. (2018). Building Extraction in Very High Resolution Imagery by Dense-Attention Networks. *Remote Sensing*, 10, 1–16. <https://doi.org/10.3390/rs10111768>
- Younas, Z., & Niu, Z. (2021). CNN with depthwise separable convolutions and

combined kernels for rating prediction. *Expert Systems With Applications*, 170, 1–9.

Zhang, Y., He, Z., Zhong, C., Zhang, Y., & Shi, Z. (2017). Fully Convolutional Neural Network with Post-processing Methods for Automatic Liver Segmentation from CT. *2017 Chinese Automation Congress (CAC)*, 864–3869.