

**PENERAPAN *MULTIPLANAR RECONSTRUCTION*
PADA ARSITEKTUR *U-RESNET* DAN *MOBILENET*
DALAM PROSES SEGMENTASI HATI
CITRA TIGA DIMENSI HASIL CT SCAN**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika**

Oleh:

ANNISA NURBA IFFAH'DA

08011282025039



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN *MULTIPLANAR RECONSTRUCTION*
PADA ARSITEKTUR *U-RESNET* DAN *MOBILENET*
DALAM PROSES SEGMENTASI HATI
CITRA TIGA DIMENSI HASIL *CT SCAN***

SKRIPSI

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

Oleh :

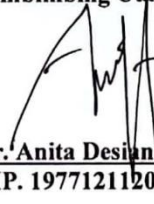
**ANNISA NURBA IFFAH'DA
08011282025039**

Pembimbing Kedua



Dra. Ning Eliyati, M.Pd.
NIP. 195911201991022001

**Indralaya, Juli 2024
Pembimbing Utama**



Dr. Anita Desiani, S.Si., M.Kom.
NIP. 197712112003122002



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika**

Dr. Dina Cahyawati Sukanda, S.Si., M.Si.
NIP. 197303212000122001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Annisa Nurba Iffah'da

NIM : 08011282025039

Fakultas/Jurusan : 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 penullis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 18 Juli 2024



Annisa Nurba Iffah'da
NIM. 08011282025039

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk:

Yang Maha Kuasa Allah Subhanahu Wa Ta'ala,

Kedua orang tuaku tersayang,

Kakak perempuanku,

Adik laki-lakiku,

Keluarga besarku,

Semua guru dan dosenku,

Sahabat-sahabatku,

Almamaterku.

Moto

“Terlalu sedikit keberanian berarti pengecut, terlalu banyak berarti gegabah”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Arsitektur *U-ResNet* dan *MobileNet* dalam Proses Segmentasi Hati pada Citra Tiga Dimensi Hasil *CT Scan*” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains bidang studi Matematika di Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa proses pembuatan skripsi ini merupakan proses pembelajaran yang sangat berharga serta tak lepas dari kekurangan dan keterbatasan. Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, ayah **Bambang Wijanarko Setyawan** dan bunda **Nurainun**, yang tak pernah lelah mendidik, menasehati, membimbing, dan mendukung serta terus mendoakan anaknya. Terima kasih atas segala perjuangan dan pengorbanan hingga detik ini dan sampai kapanpun.
2. Bapak **Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bapak **Dr. Hasanudin, S.Si., M.Si.** selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik, Bapak **Dr. M. Hendri, S.T., M.Si.** selaku Wakil Dekan II Bidang Umum, Keuangan, dan Kepegawaian, dan Bapak **Dr. Fiber Monado, M.Si.** selaku Wakil Dekan III Bidang Kemahasiswaan dan Alumni.
3. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si.** selaku Ketua Jurusan Matematika serta Ibu **Des Alwine Zayanti, S.Si., M.Si.** selaku Sekretaris Jurusan

Matematika dan dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan mengarahkan dalam urusan akademik selama menempuh perkuliahan di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.

4. Ibu **Dr. Anita Desiani, S.Si., M.Kom.** dan Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd.** selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan, pengarahan, dan didikan berharga selama proses pembuatan skripsi, kompetisi atau program mahasiswa, dan perjalanan perkuliahan ini.
5. Ibu **Irmeilyana, S.Si., M.Si.** dan Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si.** selaku dosen pembahas yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini. Ibu **Oki Dwipurwani, S.Si., M.Si.** selaku ketua tim pelaksana tugas akhir penulis dan Ibu **Prof. Yulia Resti, S.Si., M.Si., Ph.D.** selaku sekretaris tim pelaksana tugas akhir penulis.
6. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika FMIPA** yang telah memberikan ilmu, nasihat, motivasi, serta bimbingan selama proses perkuliahan. Pak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** selaku staf administrasi di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Kakak perempuanku **Lulu Nurba Iffah'da** dan adik laki-lakiku **Abdillah Nurba Adinata** yang selalu mendoakan, memberikan semangat, dan menjadi teman selama ini, beserta keluarga besar yang selalu mendukung penulis.
8. **Nadiyah Fadhilah** yang telah membantu dan direpotkan oleh penulis. Terima kasih untuk perbaikan eror pada kode pemrograman. **JANNABI** untuk “*dreams, books, power and walls*” yang telah mengembalikan semangat

penulis dalam penyelesaian skripsi ini dengan alunan melodi dan lirik yang indah. **Karina** yang telah membersamai proses penyelesaian skripsi ini serta berbagi banyak pengalaman yang berharga.

9. Kakak-kakak tingkat **Angkatan 2018** dan **2019** bidang komputasi, tim komputasi **Angkatan 2020**, **Keluarga Matematika 2020**, dan rekan-rekan perlombaan selama perkuliahan terima kasih atas segala kebaikan dan bantuannya.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT.

Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan seluruh pihak yang membutuhkan.

Indralaya, Februari 2024

Penulis

**IMPLEMENTATION OF MULTIPLANAR RECONSTRUCTION
ON U-RESNET AND MOBILENET ARCHITECTURES
IN LIVER SEGMENTATION PROCESS
OF THREE-DIMENSIONAL CT SCAN IMAGES**

By:

**Annisa Nurba Iffah'da
08011282025039**

ABSTRACT

U-Net is commonly used for medical image segmentation, such as liver organ segmentation. One tool that can visualize the morphology, shape, and position of the liver is a 3D Abdominal Computed Tomography (CT) Scan. However, U-Net requires a large amount of data for training, and 3D liver datasets are still very limited. Additionally, 3D images have complex structures. A solution to address data limitations and the complexity of 3D structures is to convert 3D images into 2D using Multi-Planar Reconstruction (MPR) techniques. The most parameter-heavy parts of U-Net are the encoder and decoder. The large number of parameters can lead to overfitting. One way to reduce parameters is by using ResNet. The ResNet architecture has residual blocks equipped with skip connections that can accelerate the training process. Although the bridge does not contribute as many parameters as the encoder and decoder, it has high computational complexity because it is responsible for effectively linking information between the encoder and decoder. One CNN architecture that can enhance model performance is MobileNet. MobileNet uses depthwise separable convolutions, resulting in a lightweight and fast model. This study achieved an accuracy of 99.08%, sensitivity of 99.49%, specificity of 91.76%, IoU of 99.04%, and F1-Score of 99.52%. These results indicate that the model in this study effectively performs segmentation and identifies the liver organ as white and the background as black with high precision.

Keywords: Abdomen CT Scan, MobileNet, Segmentation, slicing MPR, U-ResNet

PENERAPAN *MULTIPLANAR RECONSTRUCTION*
PADA ARSITEKTUR *U-RESNET* DAN *MOBILENET*
DALAM PROSES SEGMENTASI HATI
CITRA TIGA DIMENSI HASIL CT SCAN

Oleh:

Annisa Nurba Iffah'da

08011282025039

ABSTRAK

U-Net umumnya digunakan untuk segmentasi citra medis seperti organ hati. Salah satu alat yang dapat melihat morfologi, bentuk, dan posisi hati adalah *Computed Tomography (CT) Scan* Abdomen berbentuk 3D. Namun, *U-Net* membutuhkan jumlah data yang banyak untuk melakukan proses latih, sementara *dataset* 3D hati masih sangat terbatas. Selain itu, citra 3D memiliki struktur yang kompleks. Solusi untuk mengatasi keterbatasan data dan kompleksitas struktur 3D yaitu mengubah citra 3D menjadi 2D menggunakan teknik MPR. Bagian *U-Net* yang paling banyak menyumbang parameter adalah *encoder* dan *decoder*. Jumlah parameter yang banyak dapat menyebabkan *overfitting*. Salah satu cara untuk mengurangi parameter dengan penggunaan *ResNet*. Arsitektur *ResNet* memiliki blok residual yang dilengkapi dengan *skip connection* yang mampu mempercepat proses latih. Meskipun *bridge* tidak menyumbang parameter sebanyak *encoder* dan *decoder*, *bridge* memiliki kompleksitas komputasi yang tinggi karena bertanggung jawab untuk menghubungkan informasi anantara *encoder* dan *decoder* dengan baik. Salah satu arsitektur CNN yang mampu meningkatkan kinerja model adalah *MobileNet*. *MobileNet* merupakan arsitektur yang menggunakan konvolusi *depthwise separable* yang mampu menghasilkan model yang ringan dan cepat. Hasil penelitian ini memperoleh akurasi sebesar 99,08%, sensitivitas 99,49%, spesifisitas 91,76%, IoU 99,04%, dan *F1-Score* 99,52%. Berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan bahwa model pada penelitian ini mampu menghasilkan segmentasi dan mengidentifikasi objek organ hati yang berwarna putih dan *background* yang berwarna hitam dengan sangat baik.

Kata Kunci: *CT Scan* Abdomen, *MobileNet*, Segmentasi, *slicing* MPR, *U-ResNet*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
BAB II	6
2.1 Hati	6
2.2 Segmentasi Citra Biner	7
2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	7
1. Convolution Layer	7
2. Batch Normalization	9
3. Fungsi Aktivasi	10
4. Blok Residual	11
5. Depthwise Separable Convolution	11
6. Max Pooling	12
7. Upsampling Layer	13
8. Concatenate Layer	13
9. Sigmoid	14
10. Loss Function: Binary Cross-entropy	14
11. Optimization Function: Adaptive Moment Estimation (Adam)	14
2.4 <i>U-Net</i>	16
2.5 <i>ResNet</i>	17
2.6 <i>MobileNet</i>	18

2.7	<i>Confusion Matrix</i>	19
BAB III	22
3.1	Tempat	22
3.2	Waktu	22
3.3	Alat.....	22
3.4	Tahap Penelitian	22
1.	Pengumpulan Data.....	22
2.	<i>Preprocessing</i>	23
3.	Implementasi Modifikasi Arsitektur <i>U-ResNet</i> dan <i>MobileNet</i>	23
4.	Evaluasi	26
5.	Analisis dan Interpretasi Hasil	26
BAB IV	27
4.1	Deskripsi <i>Dataset</i>	27
4.2	<i>Preprocessing</i> Data.....	28
4.3	Kombinasi Arsitektur <i>U-ResNet</i> dan <i>MobileNet</i>	29
4.4	Operasi Manual <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	31
1.	Convolutional Layer	31
2.	Batch Normalization (BN)	33
3.	Fungsi Aktivasi ReLu.....	35
4.	Max Pooling	36
5.	Depthwise Separable Convolution	37
6.	Upsampling Layer	38
7.	Concatenate Layer	38
8.	Fungsi Aktivasi Sigmoid.....	39
9.	Loss Function: Binary Cross-entropy.....	40
10.	Optimization Function: Adaptive Moment Estimation (Adam)	41
4.5	<i>Training</i>	42
4.6	<i>Testing</i>	44
4.7	Evaluasi	45
4.8	Analisis dan Interpretasi Hasil	47
BAB V	49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49

DAFTAR PUSTAKA.....	50
----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Confusion Matrix</i>	19
Tabel 2.2. Kategori nilai evaluasi kinerja model.....	20
Tabel 4.1. Data Sampel Citra LiTS.....	27
Tabel 4.2. Hasil teknik <i>Multi-Planar Reconstruction</i> (MPR).....	29
Tabel 4.3. Perbandingan Citra Asli, <i>Ground Truth</i> , dan Hasil Segmentasi.....	44
Tabel 4.4. <i>Confusion Matrix</i> dari Proses <i>Testing</i>	44
Tabel 4.5. Perbandingan Hasil Evaluasi dengan Penelitian Lainnya	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hasil <i>CT Scan</i> Abdomen.....	6
Gambar 2.2. Proses Konvolusi	8
Gambar 2.3. Proses <i>Max Pooling</i>	12
Gambar 2.4. Operasi <i>Upsampling Layer</i>	13
Gambar 2.5. Arsitektur <i>U-Net</i>	16
Gambar 2.6. <i>Residual Block</i> pada Arsitektur <i>ResNet</i>	17
Gambar 2.7. Arsitektur <i>MobileNet</i>	18
Gambar 4.1. Citra Asli (a) dan <i>Ground Truth</i> Citra (b).....	28
Gambar 4.2. Kombinasi Arsitektur <i>U-ResNet</i> dan <i>MobileNet</i>	30
Gambar 4.3. <i>Max Pooling</i>	36
Gambar 4.4. <i>Concatenate Layer</i>	38
Gambar 4.5. (a) Grafik <i>Loss</i> dan (b) Akurasi Proses <i>Training</i>	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hati adalah organ terbesar pada manusia yang memiliki peranan penting dalam metabolisme nutrisi dan pengeluaran metabolit limbah (Zaefarian et al., 2019). Salah satu penyakit yang sering menyerang hati yaitu tumor hati, yang dapat terjadi akibat infeksi virus hepatitis B atau alkohol (McGlynn et al., 2021). Salah satu alat yang sering digunakan untuk melihat morfologi, bentuk, dan posisi hati yaitu *Computed Tomography (CT) Scan Abdomen* (Leysens et al., 2021). Citra *CT Scan Abdomen* berbentuk tiga dimensi (3D) yang fokus pada organ-organ bagian perut, termasuk hati (Pesapane et al., 2022). Analisis citra *CT Scan Abdomen* untuk mendiagnosis tumor pada hati dapat melalui segmentasi.

Segmentasi merupakan proses pemisahan atau pemecahan suatu citra menjadi beberapa objek (Ghosh et al., 2019). Segmentasi hati pada citra *CT Scan Abdomen* dapat dilakukan secara manual oleh ahli medis, tetapi memerlukan waktu lama dan rentan terhadap kesalahan. Selain segmentasi secara manual, saat ini segmentasi juga berkembang dengan memanfaatkan metode *Deep Learning (DL)* (Minaee et al., 2021). Pengembangan metode segmentasi menggunakan DL, khususnya *Convolutional Neural Network (CNN)*, telah menjadi alternatif yang efisien (Diaz Pernas et al., 2021). Salah satu arsitektur CNN yang umum digunakan adalah *U-Net*.

Arsitektur *U-Net* memiliki banyak saluran fitur yang memungkinkan jaringan untuk memperoleh akurasi yang lebih tinggi (Siddique et al., 2021). Penelitian yang

telah menerapkan arsitektur *U-Net* diantaranya (Seo et al., 2020) melakukan penelitian pada segmentasi hati menghasilkan *dice* 98,51%, namun penelitian ini tidak menghitung evaluasi kinerja lainnya. (He et al., 2020) menerapkan arsitektur *U-Net* pada segmentasi hati menghasilkan akurasi 96,5% dan sensitivitas 96,3%, namun tidak menghitung evaluasi kinerja lainnya. Kekurangan arsitektur *U-Net* yaitu memerlukan jumlah data yang banyak untuk proses latih. Namun, *dataset* 3D pada segmentasi hati masih sangat terbatas. Selain itu, citra 3D memiliki kompleksitas lebih tinggi dari pada citra 2D dengan struktur yang terdiri dari panjang, lebar, dan kedalaman. Kompleksitas citra 3D dapat mempengaruhi penurunan kinerja pada *U-Net*. Untuk mengatasi keterbatasan *dataset* 3D dan kompleksitas citra 3D dapat menggunakan teknik *slicing Multi-Planar Reconstruction* (MPR).

Teknik *slicing* MPR merupakan teknik yang digunakan untuk mengubah citra 3D menjadi 2D berdasarkan tiga sumbu, yaitu sumbu X (*coronal*), sumbu Y (*aksial*), dan sumbu Z (*sagittal*) (Ali Ahmed et al., 2022). Pemotongan citra 3D menjadi 2D mampu memberikan jumlah data yang banyak yang dapat memenuhi data latih dan mengatasi kompleksitas data input pada arsitektur *U-Net*. Selain ketersediaan data dan kompleksitas data input, arsitektur *U-Net* juga memiliki kompleksitas jaringan dan parameter yang besar. Kompleksitas jaringan dan parameter yang besar pada *U-Net* dapat menyebabkan bobot sulit untuk konvergen dan terjadinya *overfitting* (Wu et al., 2020). Arsitektur yang memiliki jumlah parameter yang lebih kecil dari *U-Net* adalah *Residual Network* (*ResNet*).

Arsitektur *ResNet* biasanya digunakan dalam klasifikasi, namun pada lapisan blok pertama memiliki kemiripan pada blok *encoder-decoder U-Net*. Arsitektur

ResNet memiliki jumlah parameter yang lebih kecil dari *U-Net* karena *ResNet* terdiri dari serangkaian *residual block* yang memiliki struktur lebih sederhana dibandingkan *U-Net*. Selain itu, arsitektur *ResNet* menggunakan *skip connection* untuk melewati beberapa lapisan konvolusi tanpa menambahkan parameter baru sehingga dapat mempercepat proses latih. Penelitian yang telah menerapkan arsitektur *ResNet* diantaranya (Sabir et al., 2022) pada segmentasi hati menghasilkan akurasi 97%, spesifisitas 95%, presisi 98%, dan *dice* 97%. (Shen et al., 2020) menerapkan arsitektur *ResNet* pada segmentasi hati menghasilkan *dice* 90,45%, namun tidak menghitung evaluasi kinerja lainnya. Meskipun bagian *bridge* menghasilkan parameter yang lebih sedikit daripada *encoder-decoder*, *bridge* terkenal dengan kompleksitas yang tinggi karena bertanggung jawab sebagai penghubung dan penyesuai informasi antara *encoder* dan *decoder* (Zheng et al., 2022). Kompleksitas tersebut dapat menyebabkan bobot tidak sesuai dan sulit untuk konvergen (C. Zhang et al., 2019). Berbagai modifikasi dilakukan pada bagian *bridge*, salah satunya dengan memanfaatkan arsitektur *MobileNet*.

MobileNet memiliki konvolusi *depthwise separable* yang mampu meningkatkan efisiensi komputasi (Tu et al., 2020). Keunggulan utama *MobileNet* terletak pada kemampuannya untuk mengoptimalkan penggunaan memori dan *cache* dengan memanfaatkan konvolusi yang dapat dipisahkan secara mendalam sebagai blok penyusunnya (Qin et al., 2018). Penelitian yang menggunakan *MobileNet* diantaranya yaitu (Iliadis et al., 2021) menerapkan arsitektur *MobileNet* pada klasifikasi hati menghasilkan akurasi 89,7%, presisi 78%, *recall* 78%, dan *F1-Score* 76%, namun tidak menghitung spesifisitas dan *IoU*. (Bogoi & Udrea, 2023)

menerapkan arsitektur *MobileNet* pada segmentasi hati menghasilkan nilai *dice* sebesar 99,02%, namun tidak menghitung evaluasi kinerja lainnya.

Penelitian ini akan menggabungkan dua tahapan, yaitu teknik *slicing* MPR pada *preprocessing* untuk memenuhi kebutuhan data dan mengubah stuktur data menjadi lebih sederhana. Pada tahap segmentasi, penelitian ini mengusulkan modifikasi arsitektur *U-Net* dengan penambahan *ResNet* dengan penggunaan *residual block* pada bagian *encoder* dan *decoder* dan penggantian *bridge* dengan *MobileNet*. Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *F1-Score*, dan *Intersection over Union* (IoU) untuk melihat kemampuan arsitektur *U-ResNet* dan *MobileNet* dalam segmentasi hati pada citra *CT Scan* Abdomen.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana hasil penerapan teknik *slicing* MPR pada arsitektur *U-ResNet* dan *MobileNet* dalam proses segmentasi hati citra hasil *CT Scan* Abdomen dan mengukur hasil evaluasi kinerja arsitektur berdasarkan nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *F1-Score* dan *Intersection Union* (IoU).

1.3 Pembatasan Masalah

1. Penelitian ini hanya segmentasi hati pada citra *CT Scan* Abdomen dengan arsitektur *U-ResNet* dan *MobileNet* dan tidak dibahas tahap perbaikan citra atau klasifikasi.
2. Ukuran evaluasi kinerja model yang digunakan antara lain yaitu nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *F1-Score*, dan IoU.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan hasil evaluasi kinerja dari teknik *slicing* MPR pada arsitektur *U-ResNet* dan *MobileNet* dalam segmentasi hati pada citra CT *Scan* Abdomen berdasarkan nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *F1-Score*, dan IoU.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mendapatkan modifikasi arsitektur baru yang dapat digunakan dalam proses segmentasi hati pada citra CT *Scan* Abdomen.
2. Dapat menjadi referensi untuk penelitian lain mengenai segmentasi hati pada citra CT *Scan* Abdomen.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, N., & Ragavendran, U. (2020). Interpretation of intelligence in CNN-pooling processes: a methodological survey. *Neural Computing and Applications*, 32(3), 879–898.
- Ali Ahmed, S. A., Yavuz, M. C., Sen, M. U., Gulsen, F., Tutar, O., Korkmazer, B., Samancı, C., Şirolu, S., Hamid, R., Eryürekli, A. E., Mammadov, T., & Yanikoglu, B. (2022). Comparison and ensemble of 2D and 3D approaches for COVID-19 detection in CT images. In *Neurocomputing* (Vol. 488, pp. 457–469).
- Amara, K., Kerdjij, O., Guerroudji, M. A., Zenati, N., & Djekoune, O. (2023). Augmented reality visualization and interaction for covid-19 ct-scan nn automated segmentation: A validation study. *IEEE Sensors Journal*, 23(11), 12114–12123.
- Amin, J., Anjum, M. A., Sharif, M., Kadry, S., Nadeem, A., & Ahmad, S. F. (2022). Liver Tumor Localization Based on YOLOv3 and 3D-Semantic Segmentation Using Deep Neural Networks. *Diagnostics*, 12(4).
- Ansari, M. Y., Yang, Y., Meher, P. K., & Dakua, S. P. (2023). Dense-PSP-UNet: A neural network for fast inference liver ultrasound segmentation. *Computers in Biology and Medicine*, 153, 106478.
- Anwar, S. M., Majid, M., Qayyum, A., Awais, M., Alnowami, M., & Khan, M. K. (2018). Medical Image Analysis using Convolutional Neural Networks: A Review. *Journal of Medical Systems*, 42(11), 1–13.
- Bjorck, N., Gomes, C. P., Selman, B., & Weinberger, K. Q. (2018). Understanding batch normalization. *Understanding Batch Normalization*, 31(NeurIPS), 7694–7705.
- Bogoi, S., & Udrea, A. (2023). A Lightweight Deep Learning Approach for Liver Segmentation. *Mathematics*, 11(1).
- Bouguezzi, S., Fredj, H. Ben, Belabed, T., Valderrama, C., Faiedh, H., & Souani, C. (2021). An efficient fpga-based convolutional neural network for classification: Ad-mobilenet. *Electronics (Switzerland)*, 10(18), 1–22.
- Chen, X., Yao, L., & Zhang, Y. (2020). Residual Attention U-Net for Automated Multi-Class Segmentation of COVID-19 Chest CT Images. 14(8), 1–7.
- Diaz Pernas, F. J., Martinez Zarzuela, M., & Anton Rodriguez, Miriam Gonzalez

- Ortega, D. (2021). A deep learning approach for brain tumor classification and segmentation using a multiscale convolutional neural network. *Healthcare*, 9(2), 2–3.
- Dr.A, .Usha Ruby. (2020). Binary cross entropy with deep learning technique for Image classification. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(4), 5393–5397.
- Futrega, M., Milesi, A., Marcinkiewicz, M., & Ribalta, P. (2022). Optimized U-Net for Brain Tumor Segmentation. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12963 LNCS, 15–29.
- Gan, M., & Wang, C. (2020). Dual-Stage U-Shape Convolutional Network for Esophageal Tissue Segmentation in OCT Images. *IEEE Access*, 8(6), 215020–215032.
- Gholamalinezhad, H., & Khosravi, H. (2020). *Pooling Methods in Deep Neural Networks, a Review*.
- Ghosh, S., Das, N., Das, I., & Maulik, U. (2019). Understanding Deep Learning Techniques for Image Segmentation. *ACM Comput. Surv.*, 52(4).
- He, F., Zhang, G., Yang, H., & Jiang, Z. (2020). Multi-scale Attention Module U-Net liver tumour segmentation method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1678(1).
- Hiremath, S., & Shobha Rani, A. (2020). A Concise Report on Image Types, Image File Format and Noise Model for Image Preprocessing. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4991–4997.
- Iliadis, L., Macintyre, J., Jayne, C., & Pimenidis, E. (2021). *Proceedings of the 22nd Engineering Applications of Neural Networks Conference (Vol. 3)*.
- Jadon, S. (2020). A survey of loss functions for semantic segmentation. In *2020 IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology, CIBCB 2020*.
- Kaiser, L., Gomez, A. N., & Chollet, F. (2017). *Depthwise separable convolutions for neural machine translation*. 2–8.
- Kalayeh, M. M., & Shah, M. (2020). Training Faster by Separating Modes of Variation in Batch-Normalized Models. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 42(6), 1483–1500.

- Leysens, L., Pestiaux, C., & Kerckhofs, G. (2021). A review of ex vivo x-ray microfocus computed tomography-based characterization of the cardiovascular system. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), 8–13.
- Li, J., Liu, K., Hu, Y., Zhang, H., Heidari, A. 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.
- Liu, X., Song, L., Liu, S., & Zhang, Y. (2021). A review of deep learning based medical image segmentation methods. *Sustainability (Switzerland)*, 13(3), 1–29.
- McGlynn, K. A., Petrick, J. L., & El-Serag, H. B. (2021). Epidemiology of Hepatocellular Carcinoma. *Hepatology*, 73(S1), 4–13.
- Minaee, S., Boykov, Y., Porikli, F., Plaza, A., Kehtarnavaz, N., & Terzopoulos, D. (2021). Image segmentation using deep learning: A survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44(7), 3523–3542.
- Mishra, S., 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.
- Normawati, D., & Prayogi, S. A. (2021). Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 5(2), 697–711.
- Okewu, E., Misra, S., & Lius, F.-S. (2020). Parameter tuning using adaptive moment estimation in deep learning neural networks. *Computational Science and Its Applications–ICCSA 2020: 20th International Conference, Cagliari, Italy, July 1–4, 2020, Proceedings, Part VI 20*, 261–272.
- Patil, A., & Rane, M. (2021). Convolutional Neural Networks: An Overview and Its Applications in Pattern Recognition. In *Smart Innovation, Systems and Technologies* (Vol. 1). Insights into Imaging.
- Pesapane, F., Acquasanta, M., Panella, S., Czarniecki, M., Gopalakrishnan, V., Zugni, F., Gorga, G., Tortora, S., Floridi, C., & Carrafiello, G. (2022). Abdominal Imaging. In *The Radiology Survival Kit: What You Need to Know for USMLE and the Clinics* (pp. 95–146). Springer.

- Qin, Z., Zhang, Z., Chen, X., & Peng, Y. (2018). FD-MobileNet: Improved MobileNet with A Fast Downsampling Strategy. *2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, *i*, 1363–1367.
- Rifai, A., Rachmantullah, M. N., Sutarno, S., & Tutuko, B. (2022). Inter Patient Atrial Fibrillation Classification Using One Dimensional Convolution Neural Network. *Computer Engineering and Applications Journal*, *11*(1), 51–61.
- Sabir, M. W., Khan, Z., Saad, N. M., Khan, D. M., Al-Khasawneh, M. A., Perveen, K., Qayyum, A., & Azhar Ali, S. S. (2022). Segmentation of Liver Tumor in CT Scan Using ResU-Net. *Applied Sciences (Switzerland)*, *12*(17), 1–15.
- Sahli, H., Ben Slama, A., & Labidi, S. (2022). U-Net: A valuable encoder-decoder architecture for liver tumors segmentation in CT images. *Journal of X-Ray Science and Technology*, *30*(1), 45–56.
- Saito, K., Zhao, Y., & Zhong, J. (2019). Heart diseases image classification based on convolutional neural network. *Proceedings - 6th Annual Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI 2019*, 930–935.
- Seo, H., Huang, C., Bassenne, M., Xiao, R., & Xing, L. (2020). Modified U-Net (mU-Net) with Incorporation of Object-Dependent High Level Features for Improved Liver and Liver-Tumor Segmentation in CT Images. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, *39*(5), 1316–1325.
- Sharma, S., Sharma, S., & Athaiya, A. (2020). Activation Functions in Neural Networks. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, *04*(12), 310–316.
- Shen, Y., Sheng, V. S., Wang, L., Duan, J., Xi, X., Zhang, D., & Cui, Z. (2020). Empirical comparisons of deep learning networks on liver segmentation. *Computers, Materials and Continua*, *62*(3), 1233–1247.
- Siddique, N., Paheding, S., Elkin, C. P., & Devabhaktuni, V. (2021). U-Net and Its Variants for Medical Image Segmentation: A Review of Theory and Applications. *IEEE Access*, *9*(1), 2–4.
- Siri, S. K., Kumar, S. P., & V. Latte, M. (2022). Threshold-Based New Segmentation Model to Separate the Liver from CT Scan Images. *IETE Journal of Research*, *68*(6), 4468–4475.
- Soomro, T. A., Afifi, A. J., Zheng, L., Soomro, S., Gao, J., Hellwich, O., & Paul, M. (2019). Deep Learning Models for Retinal Blood Vessels Segmentation: A Review. *IEEE Access*, *7*, 71696–71717.

- Tsai, Y. L., Chang, H. C., Lin, S. N., Chiou, A. H., & Lee, T. L. (2022). Using Convolutional Neural Networks in the Development of a Water Pipe Leakage and Location Identification System. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(16).
- Tu, C. H., Lee, J. H., Chan, Y. M., & Chen, C. S. (2020). Pruning Depthwise Separable Convolutions for MobileNet Compression. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*.
- Wang, R., Tang, R., Li, B., Ma, X., Schnabl, B., & Tilg, H. (2021). Gut microbiome, liver immunology, and liver diseases. *Cellular and Molecular Immunology*, 18(1), 4–17.
- Wu, K., Zhang, S., & Xie, Z. (2020). Monocular depth prediction with residual DenseASPP network. *IEEE Access*, 8, 129899–129910.
- Wulandari, I., Yasin, H., & Widiharih, T. (2020). Klasifikasi Citra Digital Bumbu Dan Rempah Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (Cnn). *Jurnal Gaussian*, 9(3), 273–282. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v9i3.27416>
- Xu, G., Wang, X., Wu, X., Leng, X., & Xu, Y. (2021). Development of Skip Connection in Deep Neural Networks for Computer Vision and Medical Image Analysis: A Survey. *Journal of Latex Class Files*, 14(8), 2–5.
- Yang, H., Wu, P., Yao, X., Wu, Y., Wang, B., & Xu, Y. (2018). Building extraction in very high resolution imagery by dense-attention networks. *Remote Sensing*, 10(11), 1–16.
- Zaefarian, F., Abdollahi, M. R., Cowieson, A., & Ravindran, V. (2019). Avian liver: The forgotten organ. *Animals*, 9(2), 1–23.
- Zhang, C., Patras, P., & Haddadi, H. (2019). Deep learning in mobile and wireless networking: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(3), 2224–2287.
- Zhang, J., Wang, W., Lu, C., Wang, J., & Sangaiah, A. K. (2020). Lightweight deep network for traffic sign classification. *Annales Des Telecommunications Annals of Telecommunications*, 75(7–8), 369–379.
- Zhao, Y., & Khushi, M. (2020). Wavelet Denoised-ResNet CNN and LightGBM Method to Predict Forex Rate of Change. *IEEE International Conference on Data Mining Workshops, ICDMW, 2020-Novem*, 385–391.
- Zheng, Z., Zhong, Y., Tian, S., Ma, A., & Zhang, L. (2022). ChangeMask: Deep multi-task encoder-transformer-decoder architecture for semantic change

detection. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 183, 228–239.