

**ARSITEKTUR U-NET PADA SEGMENTASI CITRA
PARU UNTUK MENDETEKSI NODUL PARU**



**OLEH :
WAHYU NINGSIH
09012682327019**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

ARSITEKTUR U-NET PADA SEGMENTASI CITRA PARU UNTUK MENDETEKSI NODUL PARU

TESIS

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister**



**OLEH :
WAHYU NINGSIH
09012682327019**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

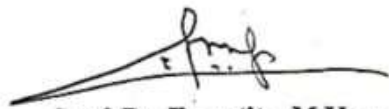
LEMBAR PENGESAHAN
ARSITEKTUR U-NET PADA SEGMENTARA CITRA
PARU UNTUK MENDETEKSI NODUL PARU

TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister

OLEH:
WAHYU NINGSIH
09012682327019

Palembang, 22 Juli 2025
Pembimbing


Prof. Dr. Ermatita, M.Kom.
NIP. 19670913 200604 2 001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer


Dr. Firdaus, M.Kom
NIP 197801212008121003

HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari Jum'at, tanggal 11 Juli 2025 telah dilaksanakan ujian sidang tesis oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

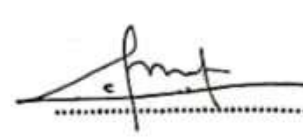
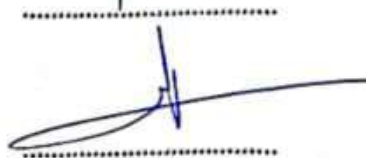
Nama : Wahyu Ningsih
NIM : 09012682327019
Judul : Arsitektur U-Net Pada Segmentara Citra Paru Untuk Mendeteksi Nodul Paru

1 Ketua Penguji
Prof. Ic. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D.
NIP. 196908021994012001

2 Penguji I
Dr. M. Fachrurrozi, M.T.
NIP. 198005222008121002

3 Penguji II
Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19841001 200912 1 005

4 Pembimbing
Prof. Dr. Ermatita, M.Kom.
NIP. 1670913 200604 2 001



Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



Dr. Firdaus, M.Kom
NIP. 197801212008121003

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Ningsih
NIM : 09012682327019
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Judul Tesis : Arsitektur U-Net Pada Segmentasi Citra Paru Untuk Mendeteksi Nodul Paru

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 20 %

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, Juli 2025



Wahyu Ningsih

NIM. 09012682327019

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul **“Arsitektur U-Net Pada Segmentasi Citra Paru Untuk Mendeteksi Nodul Paru”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer pada Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.

Tesis ini disusun sebagai bentuk kontribusi akademik dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Ilmu Komputer. Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ermatita.,M.Kom., selaku dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, serta dukungan yang sangat berarti selama proses penyusunan tesis ini.
2. Dr. Firdaus, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Komputer, beserta seluruh dosen dan staf di Fakultas Ilmu Komputer atas ilmu dan fasilitas yang diberikan selama masa studi.
3. Prof. Ir. Siti Nurmaini,M.T.,Ph.D., selaku Ketua Penguji atas arahan serta dukungannya.
4. Dr. M. Fachrurrozi, M.,T., selaku Penguji I atas arahan serta bimbingannya.
5. Dr. Abdiansah, S.Kom.,M.Cs., selaku Penguji II atas arahan, ilmu serta bimbingannya.
6. Ibuku Tercinta, yang selalu memberikan support, doa, semangat, dan cinta kasih yang tiada henti.
7. Suami dan kedua Putra ku tersayang, yang selalu mendukung dan mengerti akan keadaan penulis selama ini.

8. Teman-teman se- almamaterku, my best Belly, dayat, dika, novrinda, duo Hafizh, yang selalu memberikan semangat, dorongan dan waktunya dalam suka maupun duka sehingga terselesaikannya penyusunan tesis ini.
9. Genk Rangkul tersayang, atas doa, support serta dukungannya selama masa studi.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun bagi pihak-pihak yang berkepentingan di bidang terkait.

Palembang, Juli 2025

Penulis,

Wahyu Ningsih

ABSTRACT

Ermatita – Wahyu Ningsih

This study aims to develop and evaluate the U-Net model for lung image segmentation in the detection of pulmonary nodules. The trained U-Net model achieved an accuracy of 94%, indicating its capability to distinguish nodule areas from normal lung tissue with a low error rate. This success is supported by a training process that includes appropriate data preprocessing, augmentation techniques to increase data diversity, and effective data validation strategies to prevent overfitting. The model's performance was evaluated using accuracy, Dice Coefficient, and Intersection over Union (IoU) metrics, demonstrating its ability to generalize well on unseen test data. Although the results are promising, challenges remain, particularly in detecting small nodules or those that resemble normal lung tissue. Therefore, further research is needed to enhance the model's performance in more complex and diverse scenarios.

Keywords: *image segmentation, U-Net, pulmonary nodules, Dice Coefficient, IoU.*

ABSTRAK

Ermatita – Wahyu Ningsih

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model U-Net dalam tugas segmentasi citra paru guna mendeteksi nodul paru. Model U-Net yang dilatih berhasil mencapai akurasi sebesar 94%, menunjukkan kemampuannya dalam membedakan area nodul dari jaringan paru normal dengan tingkat kesalahan yang rendah. Keberhasilan ini didukung oleh proses pelatihan yang mencakup preprocessing data yang tepat, teknik augmentasi untuk meningkatkan variasi data, serta strategi validasi data yang efektif untuk mencegah overfitting. Evaluasi performa model menggunakan metrik akurasi, Dice Coefficient, dan Intersection over Union (IoU) membuktikan bahwa model mampu melakukan generalisasi terhadap data uji. Meskipun hasil yang diperoleh menjanjikan, tantangan masih ditemukan terutama dalam mendeteksi nodul berukuran kecil atau yang menyerupai jaringan normal. Oleh karena itu, penelitian lanjutan tetap diperlukan untuk meningkatkan kemampuan model dalam skenario yang lebih kompleks dan beragam.

Kata kunci: segmentasi citra, U-Net, nodul paru, Dice Coefficient, IoU.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERNYATAAN	vii
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.2 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penyakit Kanker Paru.....	6
2.2 Segmentasi Citra	8
2.3 Deep learning	9
2.4 U-Net.....	10
2.4.1 Lapisan Konvolusi	14
2.4.2 Lapisan pooling.....	14
2.4.3 ReLU	14
2.5 ResNet	16
2.6 Python	17

2.7	Penelitian Terdahulu.....	18
BAB III METODOLOGI		23
3.1	Kerangka Kerja Penelitian	23
3.1.1	Pengumpulan Data	23
3.1.2	Preprocessing Data Deep learning	24
3.1.3	Pengaturan Hyperparameter.....	25
3.1.4	Melatih Model Arsitektur U-Net.....	25
3.1.5	Melatih Model Arsitektur ResNet.....	27
3.1.6	Evaluasi Setiap Model.....	28
3.1.7	Hasil Segmentasi Gambar Nodul Setiap Model.....	28
3.1.8	Perbandingan Hasil	28
BAB IV HASIL DAN ANALISA		29
4.1	Pengumpulan Data	29
4.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	29
4.3	Pelatihan Model	30
4.4	Pengujian Model U-Net	31
4.5	Pengujian Model U-Net + ResNet	32
4.6	Evaluasi Model U-Net.....	34
4.7	Evaluasi Model U-Net + ResNet	35
4.8	Hasil Segmentasi Model U-Net	37
4.9	Hasil Segmentasi Model U-Net + ResNet	38
4.10	Perbandingan Hasil	40
4.11	Pembahasan.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46
LAMPIRAN.....		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu	18
Tabel 4.1 Kombinasi Nilai Hyperparameter Tuning	30
Tabel 4. 2 Kombinasi Nilai Hyperparameter Tuning	34
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Model U-Net + ResNet.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi Paru-Paru.....	6
Gambar 2.2 Contoh segmentasi citra.....	9
Gambar 2.3 Arsitektur U-Net	10
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Contoh Dataset CT-Scan Paru	29
Gambar 4.2 Grafik Training dan Validasi.....	31
Gambar 4.3 Perbandingan U-Net vs U-Net + ResNet.....	33
Gambar 4.4 Confusion Matrix Model	35
Gambar 4.5 Confusion Matrix Model U-Net + ResNet	36
Gambar 4.6 Hasil Segmentasi dengan Arsitektur U-Net.....	38
Gambar 4.7 Hasil Segmentasi dengan Arsitektur U-Net + ResNet.....	39
Gambar 4.8 Grafik perbandingan U-Net dan ResNet berdasarkan nilai Dice Loss	40
Gambar 4.9 Perbandingan Hasil Segmentasi U-Net dengan ResNet34	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Set

Lampiran 2 Koding Program

Lampiran 3 SK Pembimbing

Lampiran 4 SK Penguji

Lampiran 5 Lembar Revisi

Lampiran 6 Jurnal

Lampiran 7 Similarity

Lampiran 8 Toefl

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Menurut WHO, kanker paru merupakan salah satu penyakit dengan angka kematian tertinggi setiap tahunnya (WHO, 2023). Kanker paru seringkali tidak menunjukkan gejala awal, oleh karena itu perlunya diagnosis dan pengobatan dini (Alfarianti, 2025). Pemeriksaan kesehatan rutin dan penggunaan teknologi medis mutakhir sangat penting dalam meningkatkan peluang kelangsungan hidup dan kualitas hidup pasien. Langkah-langkah penting seperti meningkatkan kesadaran akan faktor risiko, memberikan pengobatan yang efektif, dan mengembangkan teknologi diagnostik yang lebih maju merupakan prioritas dalam mengatasi tantangan besar yang ditimbulkan oleh kanker Tb paru-paru. Penyakit paru-paru, termasuk kanker paru-paru, merupakan salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia. Deteksi dini kanker paru-paru dapat secara signifikan meningkatkan peluang kesembuhan pasien. Salah satu metode utama dalam deteksi dini ini adalah dengan menggunakan citra medis, seperti CT scan, untuk mengidentifikasi nodul paru yang berpotensi menjadi kanker. Namun, interpretasi citra medis secara manual oleh ahli radiologi memerlukan waktu dan dapat menyebabkan variasi hasil diagnosis yang tinggi karena faktor subjektivitas dan kelelahan manusia.

Beberapa penelitian mengenai deteksi kanker paru pada gambar CT scan dengan metode CNN, salah satunya adalah (Vierisyah dkk., 2023) yang membahas tentang klasifikasi kanker paru-paru dan usus besar menggunakan Convolutional Neural Network dengan menganalisis kondisi dan fungsi jaringan organ. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi *deep learning* telah memberikan solusi potensial untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi nodul paru melalui otomatisasi proses segmentasi citra. Salah satu arsitektur *deep learning* yang menonjol dalam tugas segmentasi citra medis adalah U-Net. U-Net pertama kali diperkenalkan oleh (Ronneberger dkk., 2015) dan telah menunjukkan kinerja yang luar biasa dalam berbagai tugas segmentasi citra medis, termasuk deteksi lesi dan organ.

Menurut (Siddique dkk., 2021) U-net adalah teknik segmentasi gambar yang dikembangkan terutama untuk tugas segmentasi gambar. Ciri-ciri ini memberi U-net utilitas tinggi dalam komunitas pencitraan medis dan telah menghasilkan adopsi U-net secara luas sebagai alat utama untuk tugas segmentasi dalam pencitraan medis. Keberhasilan U-net terbukti dalam penggunaannya yang luas di hampir semua modalitas gambar utama, dari pemindaian CT dan MRI hingga sinar-X dan mikroskopi. Lebih jauh, sementara U-net sebagian besar merupakan alat segmentasi, ada beberapa contoh penggunaan U-net dalam aplikasi lain. Mengingat potensi U-net masih meningkat, tinjauan pustaka naratif ini meneliti berbagai perkembangan dan terobosan dalam arsitektur U-net dan memberikan pengamatan tentang tren terkini. Kami juga membahas banyak inovasi yang telah maju dalam pembelajaran mendalam dan membahas bagaimana alat-alat ini memfasilitasi U-net. Selain itu, kami meninjau berbagai modalitas gambar dan area aplikasi yang telah ditingkatkan oleh U-net.

Arsitektur U-Net dirancang untuk bekerja dengan baik pada jumlah data yang relatif kecil, yang sering kali menjadi kendala dalam bidang medis. U-Net menggunakan struktur encoder-decoder simetris, di mana encoder mengekstraksi fitur penting dari citra input dan decoder merekonstruksi citra dari fitur-fitur tersebut sambil mempertahankan detail spasial yang tinggi melalui koneksi skip (Siddique dkk., 2021). Dalam konteks segmentasi citra paru, U-Net dapat digunakan untuk mendeteksi dan memetakan nodul paru secara otomatis dari CT scan. Penggunaan U-Net diharapkan dapat mengurangi beban kerja ahli radiologi, meningkatkan konsistensi diagnosis, dan mempercepat proses deteksi nodul paru (Xue dkk., 2023).

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Zebua dkk., 2024), membahas mengenai ResNet (Residual Neural Network) dalam deteksi gambar kanker paru karena kinerjanya yang luar biasa, berkat arsitekturnya yang mendalam, kemampuan pembelajaran fitur yang kuat, kemampuan generalisasi yang sangat baik, dan efektivitas yang konsisten yang ditunjukkan dalam berbagai penelitian. Arsitektur mendalam ResNet memungkinkannya mengekstrak fitur rumit dari gambar kanker dengan presisi tinggi, bahkan dalam gambar beresolusi rendah atau berkualitas rendah. Kemampuan generalisasinya yang luar biasa memberdayakan

model untuk bekerja secara efektif di beragam kumpulan data, yang mencakup berbagai variasi gambar kanker. Atribut-atribut ini menjadikan ResNet sebagai salah satu model pembelajaran mendalam yang paling menjanjikan untuk deteksi gambar kanker dan memiliki potensi besar untuk merevolusi diagnosis dan pengobatan kanker dini. Penelitian tersebut memiliki nilai akurasi sebesar 89%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan arsitektur U-Net dalam segmentasi citra paru guna mendeteksi nodul paru. Dengan mengembangkan model segmentasi berbasis U-Net yang dapat diandalkan, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan deteksi dini kanker paru-paru dan pada akhirnya meningkatkan prognosis pasien. Penelitian ini juga akan mengevaluasi kinerja model U-Net dalam segmentasi nodul paru dibandingkan dengan metode segmentasi lainnya untuk memastikan efektivitas dan efisiensinya dalam aplikasi klinis. Berdasarkan latarbelakang tersebut penelitian ini berjudul **“Arsitektur U-Net Pada Segmentasi Citra Paru Untuk Mendeteksi Nodul Paru”**.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana arsitektur U-Net dan U-Net + ResNet dapat digunakan untuk membantu proses segmentasi citra paru dalam mendeteksi nodul paru?
2. Bagaimana penerapan metode deep learning dengan menggunakan arsitektur U-Net dan U-Net + ResNet dalam mendeteksi nodul paru pada citra medis?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan model arsitektur U-Net untuk segmentasi citra paru dalam rangka mendeteksi nodul paru.
2. Mendeteksi nodul paru menggunakan *deep learning* dengan menggunakan metode Arsitektur U-Net.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat Penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Peningkatan Akurasi Deteksi Nodul Paru: Memberikan solusi yang lebih akurat dalam mendeteksi nodul paru, yang dapat meningkatkan deteksi dini kanker paru-paru dan peluang kesembuhan pasien.
2. Efisiensi Proses Diagnostik: Mengurangi beban kerja dan waktu yang dibutuhkan oleh ahli radiologi dalam menganalisis citra medis, sehingga memungkinkan penanganan pasien yang lebih cepat dan efektif.
3. Kontribusi pada Pengembangan Teknologi Medis: Memberikan kontribusi pada pengembangan dan penerapan teknologi deep learning, khususnya *deep learning*, dalam bidang medis, sehingga mendorong inovasi lebih lanjut dalam prediksi dan pengobatan penyakit.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian dalam segmentasi citra paru untuk mendeteksi nodul paru, ialah sebagai berikut :

1. Data Citra Paru: Penelitian hanya akan menggunakan dataset citra paru yang telah tersedia dan bersifat publik atau dataset dari institusi medis yang telah diberikan izin untuk penelitian. Dataset yang digunakan harus memiliki anotasi yang jelas mengenai lokasi dan ukuran nodul paru.
2. Arsitektur U-Net: Penelitian akan difokuskan pada pengembangan dan implementasi arsitektur U-Net standar tanpa modifikasi kompleks. Variasi arsitektur U-Net yang digunakan akan diatur untuk menjaga konsistensi dalam evaluasi.
3. Metrik Evaluasi: Pengukuran akurasi akan dilakukan menggunakan metrik evaluasi standar *accuracy*. Metrik ini akan digunakan untuk menilai performa segmentasi nodul paru.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tesis ialah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab Pendahuluan berisi tentang gambaran secara singkat mengenai isi tesis ini, bab ini terdiri dari: Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah peninjauan Kembali Pustaka yang dalam konteks ini adalah buku, artikel, jurnal atau karya ilmiah lainnya yang terkait kemiripan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu. Bab Tinjauan Pustaka ini berisi dua hal penting yaitu kerangka teori, yang berisi teori yang relevan, lengkap, mutakhir danurut sejalan dengan permasalahan. dan kerangka berfikir berisi peta hubungan antar variabel atau teori yang telah dibahas pada penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan saat ini.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini mengandung uraian tentang alasan dan metode penelitian di laboratorium, pemilihan lokasi untuk penelitian di lapangan, dan studi literatur; metode pengambilan sampel; variabel dan data yang digunakan, metode analisis data, dan metode penyajian data.

Pada bab ini, penulis harus menjelaskan secara bertahap dan terperinci tentang langkah-langkah (metodologi) yang digunakannya untuk mencari, mengumpulkan dan menganalisa tema dalam penulisan Tesis. Metodologi dapat berisi tentang alat-alat, pendekatan atau algoritma,serta **uraian model** yang digunakan sehingga tujuan dari penulisan dapat tercapai. Metodologi ini harus merujuk kepada setiap tujuan yang ditulis pada Bab I. pendahuluan.

Bagian Akhir

Bagian akhir berisi daftar pustaka dan lampiran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedalla, A., Abdullah, M., Al-Ayyoub, M., & Benkhelifa, E. (2021). Chest X-ray pneumothorax segmentation using U-Net with EfficientNet and ResNet architectures. *PeerJ Computer Science*, 7, 1–36.
<https://doi.org/10.7717/peerj-cs.607>
- Alfarianti, Y. S. (2025). Kanker Tanpa Benjolan: Memahami Gejala Aneh yang Kerap Terlupakan. *Jurnal Inovasi Global*, 3(5), 756–763.
<https://doi.org/10.58344/jig.v3i5.339>
- Anter, A. M., & Hassenian, A. E. (2019). CT liver tumor segmentation hybrid approach using neutrosophic sets, fast fuzzy c-means and adaptive watershed algorithm. *Artificial Intelligence in Medicine*, 97(March 2018), 105–117.
<https://doi.org/10.1016/j.artmed.2018.11.007>
- Anwar, S. M., Awan, S., Yousaf, S., & Majid, M. (2019). Segmentation of liver tumor for computer aided diagnosis. *2018 IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences, IECBES 2018 - Proceedings*, 366–370. <https://doi.org/10.1109/IECBES.2018.8626682>
- Cai, J. (2019). Segmentation and Diagnosis of Liver Carcinoma Based on Adaptive Scale-Kernel Fuzzy Clustering Model for CT Images. *Journal of Medical Systems*, 43(11). <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1459-2>
- Ghosh, S., Das, N., Das, I., & Maulik, U. (2020). Understanding deep learning techniques for image segmentation. *ACM Computing Surveys*, 52(4), 1–58.
<https://doi.org/10.1145/3329784>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016-December*, 770–778.
<https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
- Luo, X., Wang, G., Liao, W., Chen, J., Song, T., Chen, Y., Zhang, S., Metaxas, D. N., & Zhang, S. (2022). Semi-supervised medical image segmentation via uncertainty rectified pyramid consistency. *Medical Image Analysis*, 80, 102517. <https://doi.org/10.1016/j.media.2022.102517>
- Marpaung, O. (2021). Pengaruh Pengetahuan Penggunaan Fintech (Ovo Dan Gopay) Terhadap Literasi Keuangan. *Jurnal Akuntansi Dan Perpajakan Jayakarta*, 2(2), 77–85. <https://doi.org/10.53825/japjayakarta.v2i2.57>
- Rizal, A. A., Kharisma, L. P. I., & Fahrurrozi, F. (2021). Peningkatan Efektifitas Programming Dengan Pelatihan Python for Data Science Bagi Komunitas Programming Pondok Pesantren Nahdlatul Wathan Anjani. *Jurnal Widya Laksmi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 13–19.
<https://doi.org/10.59458/jwl.v1i1.3>
- Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. *IEEE Access*, 9, 16591–16603.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3053408>
- 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, 82031–82057.

- <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3086020>
- Ulku, I., & Akagiündüz, E. (2022). A Survey on Deep Learning-based Architectures for Semantic Segmentation on 2D Images. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1), 1–45. <https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2032924>
- Vierisyah, A., Tasmi, & Fajri, R. M. (2023). Klasifikasi Kanker Paru Paru Menggunakan Cnn Dengan 5 Arsitektur. *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, 1(2), 84–91. <https://doi.org/10.36982/jinig.v1i2.3643>
- Wang, H., Xie, S., Lin, L., Iwamoto, Y., Han, X. H., Chen, Y. W., & Tong, R. (2022). Mixed Transformer U-Net for Medical Image Segmentation. *ICASSP, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - Proceedings, 2022-May*, 2390–2394. <https://doi.org/10.1109/ICASSP43922.2022.9746172>
- WHO. (2023). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lung-cancer>
- Widodo, S. (2011). Segmentasi Otomatis Untuk Visualisasi 3-D Organ Paru Pada Citra Computer Tomography Menggunakan Active Countour. *Duta*, 1(September), 26–40.
- Xue, H., Fang, Q., Yao, Y., Momin, S., & Lei, Y. (2023). *Medical Image Segmentation Based on U-Net Medical Image Segmentation Based on U-Net*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2547/1/012010>
- Yoo, S. J., Yoon, S. H., Lee, J. H., Kim, K. H., Choi, H. I., Park, S. J., & Goo, J. M. (2021). Automated lung segmentation on chest computed tomography images with extensive lung parenchymal abnormalities using a deep neural network. *Korean Journal of Radiology*, 22(3), 476–488. <https://doi.org/10.3348/kjr.2020.0318>
- Zebua, A. D. C., Marbun, D. Y., Thedora, F., & Harahap, M. (2024). Classification of Lung Cancer with Convolutional Neural Network Method Using ResNet Architecture. *Teknika*, 13(2), 318–323. <https://doi.org/10.34148/teknika.v13i2.906>
- Zhou, Z., Rahman Siddiquee, M. M., Tajbakhsh, N., & Liang, J. (2018). Unet++: A nested u-net architecture for medical image segmentation. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11045 LNCS, 3–11. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00889-5_1