

**SEGMENTASI THORAX JANTUNG JANIN DENGAN
MENGUNAKAN *YOU ONLY LOOK ONCE***

SKRIPSI



Oleh

ALYATISA

09011282126116

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

SEGMENTASI THORAX JANTUNG JANIN DENGAN
MENGGUNAKAN *YOU ONLY LOOK ONCE*

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di
Program Studi S1 Sistem Komputer

Oleh:

ALYATISA
09011282126116

Pembimbing 1 : Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D
NIP. 196908021994012001

Mengetahui
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T
196612032006041001

AUTHENTICATION PAGE

THESIS

FETAL HEART THORAX SEGMENTATION USING YOU ONLY LOOK ONCE

As one of the requirements for completing the studies in the Bachelor of
Computer Systems Study Program

By :

ALYATISA

09011282126116

Supervisor

**: Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D
NIP. 196908021994012001**

**Acknowledged by
Head of Computer Systems Department**



**Dr. Ir. Sukemi, M.T
196612032006041001**

LEMBAR PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada

Hari : Kamis

Tanggal : 26 Juni 2025

Tim Penguji :

1. Ketua : Prof. Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T

2. Penguji : Sutarno, M.T.

3. Pembimbing : Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D.

[Handwritten signatures and initials]
(.....)
(.....)
(.....)

Mengetahui, 11/7/25

Ketua Jurusan Sistem Komputer



[Handwritten signature]
Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Alyatisa

Nim : 09011282126116

Judul tugas akhir : Segmentasi Thorax Jantung Janin dengan Menggunakan *You Only Look Once*

Hasil pemeriksaan iThenticate/Turnitin: 3%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian, pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, 09 Juli 2025



Alyatisa

NIM 09011282126116

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul Segmentasi Thorax Jantung Janin dengan Menggunakan YOLO.

Laporan ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi sebagian kurikulum dan syarat untuk kelulusan Mata Kuliah Skripsi pada Jurusan Sistem Komputer di Universitas Sriwijaya. Adapun pembahasan dalam laporan ini adalah menjelaskan mengenai proses segmentasi thorax jantung menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO).

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan, motivasi, semangat, dan bimbingan dalam penyusunan laporan skripsi ini, yakni

1. Kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan Berkat dan Rahmat-Nya.
2. Keluarga saya yang menjadi salah satu pendukung dalam penulisan tugas akhir. Papa, Mama, Adek Maya dan Adek Azzam yang selalu hadir menjadi pendukung utama penulis. Kehadiran kalian menjadi sumber kekuatan tersendiri yang membuat saya mampu melalui setiap tantangan dengan lebih tenang dan percaya diri. Terima kasih telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Rahmat Fadli Isnanto., S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Ibu Prof. Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
7. Kak Angga selaku admin Jurusan Sistem Komputer
8. Ibu Ade Iriani selaku mentor kami yang selalu membimbing tugas akhir kami.

9. Pak Noval, Ibu Nisa, dan Ibu Anggun selaku research assistants di Laboratorium ISysRG.
10. Ucapan terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada seseorang yang sangat berarti dalam hidup saya, Zaidan Amru, atas segala doa, dukungan, dan semangat yang tak pernah putus selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Teman-temanku, Makiyah, Hepra, Tyas, Rafi, Choi, dan Aldi, yang selalu kebersamai penulis.
12. Member ISysRG Batch 5 dan Batch 6.
13. Teman-teman Sistem Komputer 2021 Indralaya.
14. Kakak tingkat Sistem Komputer Universitas Sriwijaya yang lainnya.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini saya menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu saya mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak yang berkenan demi laporan yang lebih baik lagi. Akhir kata, saya harap semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat serta dapat memberikan pengetahuan dan wawasan bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Indralaya, 14 Juli 2025

Alyatisa

NIM 09011282126116

SEGMENTASI THORAX JANTUNG JANIN DENGAN MENGUNAKAN *YOU ONLY LOOK ONCE*

Alyatisa (09011282126116)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email : 09011282126116@student.unsri.ac.id

ABSTRAK

Deteksi dini anomali jantung pada janin, seperti kardiomegali, sangat penting dalam diagnosis prenatal. Namun, segmentasi manual pada citra ultrasonografi (USG) membutuhkan waktu dan keahlian khusus, sehingga diperlukan solusi otomatis yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan segmentasi area thorax dan jantung janin secara otomatis menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) versi 8 dan 11, dengan variasi model *Nano*, *Small*, *Medium*, dan *Large*. *Dataset* yang digunakan terdiri dari citra USG thorax janin yang telah dianotasi, dengan total 762 gambar. Evaluasi performa dilakukan menggunakan metrik mAP (*mean Average Precision*) dan IoU (*Intersection over Union*) pada data validasi dan data *unseen*. Hasil menunjukkan bahwa YOLOv11 memberikan performa yang unggul dibandingkan YOLOv8, dengan konfigurasi optimal sebagai berikut: YOLOv11 *Nano* (epoch 200, mAP@50 = 99,1%, IoU = 85,9%), YOLOv11 *Small* (epoch 100, mAP@50 = 98,6%, IoU = 85,5%), YOLOv11 *Medium* (epoch 200, mAP@50 = 98,9%, IoU = 86,1%), dan YOLOv11 *Large* (epoch 100, mAP@50 = 99,5%, IoU = 86,5%). Dengan hasil tersebut, model-model YOLOv11 direkomendasikan sebagai pendekatan yang efisien dan akurat dalam segmentasi area thorax dan jantung pada citra USG janin.

Kata Kunci: YOLOv11, Segmentasi Jantung Janin, Ultrasonografi, MAP, IOU, Deep Learning.

FETAL HEART THORAX SEGMENTATION USING YOU ONLY LOOK ONCE

Alyatisa (09011282126116)

Department of Computer Systems, Faculty of Computer Science

Sriwijaya University

Email : 09011282126116@student.unsri.ac.id

ABSTRACT

Early detection of fetal heart anomalies, such as cardiomegaly, is critical in prenatal diagnosis. However, manual segmentation of ultrasound (USG) images requires specialized expertise and is time-consuming, highlighting the need for an efficient automated solution. This research aims to perform automatic segmentation of fetal thorax and heart areas using You Only Look Once (YOLO) version 8 and 11 models, with Nano, Small, Medium, and Large variants. The dataset comprises 762 annotated fetal thorax ultrasound images. Model performance was evaluated using mAP (mean Average Precision) and IoU (Intersection over Union) metrics on validation and unseen data. The results indicate that YOLOv11 outperforms YOLOv8, with optimal configurations as follows: YOLOv11 Nano (epoch 200, mAP@50 = 99.1%, IoU = 85.9%), YOLOv11 Small (epoch 100, mAP@50 = 98.6%, IoU = 85.5%), YOLOv11 Medium (epoch 200, mAP@50 = 98.9%, IoU = 86.1%), and YOLOv11 Large (epoch 100, mAP@50 = 99.5%, IoU = 86.5%). These results suggest that YOLOv11 models are effective and reliable for segmenting thorax and heart regions in fetal ultrasound imagery.

Keywords: YOLOv11, Fetal Heart Segmentation, Ultrasound, MAP, IOU, deep learning.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	II
AUTHENTICATION PAGE	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Deep Learning</i>	6
2.2 <i>Artificial Intelligence (AI)</i>	6
2.3 <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	7
2.5 Citra Ultrasonografi.....	12
2.6 <i>Instance Segmentation</i>	13
2.7 <i>Mean Average Precision (Map)</i>	14
2.8 <i>Intersection Over Union (Iou)</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Kerangka Kerja Penelitian.....	17
3.2. Persiapan Data.....	18
3.3. <i>Data Preprocessing</i>	20
3.4 <i>Data Splitting</i>	24
3.5. Proses Training.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26

4.1	Yolov8 <i>Nano</i>	26
4.2	Yolov8 <i>Small</i>	28
4.3	Yolov8 <i>Medium</i>	30
4.4	Yolov8 <i>Large</i>	32
4.5	Model Terbaik	34
4.6	Yolov11 <i>Nano</i>	35
4.7	Yolov11 <i>Small</i>	37
4.8	Yolov11 <i>Medium</i>	39
4.9	Yolov11 <i>Large</i>	41
4.10	Model Terbaik	43
4.11	Perbandingan Hasil Model Yolov8 Dan Yolov11	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		44
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur YOLO	9
Gambar 2. 2 Contoh Citra Digital.....	12
Gambar 2. 3 Contoh Citra Ultrasonografi.....	13
Gambar 2. 4 <i>Instance Segmentation</i>	14
Gambar 3. 1 Kerangka Kerja Penelitian	18
Gambar 3. 2 Tampilan Dataset	19
Gambar 3. 3 Tampilan Augmentasi	21
Gambar 3. 4 Filtering Dataset	22
Gambar 3. 5 Anotasi Dataset	23
Gambar 3. 6 Bagian-Bagian file .txt	24
Gambar 4. 1 <i>Prediksi IOU YOLOv8 Nano</i>	27
Gambar 4. 2 <i>Prediksi IOU YOLOv8 Small</i>	29
Gambar 4. 3 <i>Prediksi IOU YOLOv8 Medium</i>	31
Gambar 4. 4 <i>Prediksi IOU YOLOv8 Large</i>	34
Gambar 4. 5 <i>Prediksi IOU YOLOv11 Nano</i>	36
Gambar 4. 6 <i>Prediksi IOU YOLOv11 Small</i>	38
Gambar 4. 7 <i>Prediksi IOU YOLOv11 Medium</i>	40
Gambar 4. 8 <i>Prediksi IOU YOLOv11 Large</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kelas Objek pada Dataset	23
Tabel 3. 2 Splitting Dataset.....	25
Tabel 3. 3 Hyperparameter Tuning untuk model YOLO.....	25
Tabel 4. 1 <i>Performa model YOLOv8 Nano</i>	26
Tabel 4. 2 Performa Pengujian Data <i>Small</i>	28
Tabel 4. 3 Performa Pengujian Data <i>Medium</i>	30
Tabel 4. 4 Performa Pengujian Data <i>Large</i>	32
Tabel 4. 5 Model Terbaik.....	34
Tabel 4. 6 <i>Performa model YOLOv11 Nano</i>	35
Tabel 4. 7 Performa Pengujian Data <i>Small</i>	37
Tabel 4. 8 Performa Pengujian Data <i>Medium</i>	39
Tabel 4. 9 Performa Pengujian Data <i>Large</i>	41
Tabel 4. 10 <i>Model Terbaik</i>	43
Tabel 4. 11 Perbandingan YOLOv8 <i>Large</i> vs YOLOv11 <i>Large</i>	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Di Indonesia diperkirakan 8 bayi dari 1.000 kelahiran mengalami kelainan kardiomegali. Diprediksi ada 32.000 kasus penyakit jantung bawaan baru setiap tahun. Tidak semua bayi yang lahir dengan masalah jantung harus menjalani operasi. Beberapa bayi sanggup menjalani hidup hingga dewasa tanpa gangguan berarti karena kondisi jantungnya relatif masih bisa berfungsi normal [1]. Segmentasi anatomi thorax jantung pada janin adalah langkah krusial dalam diagnosis dan pemantauan berbagai kondisi kesehatan prenatal, termasuk kardiomegali. Deteksi dini anomali seperti kardiomegali, yaitu pembesaran jantung yang dapat mengindikasikan berbagai kondisi serius, sangat penting untuk meningkatkan prognosis dan memungkinkan intervensi medis yang lebih cepat dan tepat. Namun, segmentasi manual pada citra ultrasonografi menuntut keahlian tinggi dan waktu yang tidak sedikit dari tenaga ahli radiologi, yang sering kali menjadi kendala terutama di daerah dengan sumber daya terbatas [2].

Pada penelitian ini, digunakan teknologi pencitraan medis seperti ultrasonografi, MRI, dan CT scan umum digunakan untuk memantau perkembangan janin dan mendeteksi kelainan. Gambar-gambar ini perlu diinterpretasikan secara akurat, yang seringkali memerlukan segmentasi – proses membagi gambar menjadi daerah-daerah yang menarik, seperti jantung dan toraks [3]. Dengan meningkatnya jumlah data gambar yang dihasilkan dari pemeriksaan prenatal, ada kebutuhan untuk sistem yang dapat menangani volume data yang besar dan memberikan hasil dalam waktu nyata. pada penelitian kali ini menggunakan metode YOLO. YOLO menawarkan solusi yang kuat untuk kebutuhan ini. Penggunaan YOLO dalam segmentasi dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi diagnosis dengan memproses gambar dalam waktu singkat dan memberikan hasil yang konsisten [4].

Deep learning, khususnya dengan algoritma *You Only Look Once* (YOLO), sangat efektif dalam segmentasi gambar medis seperti ultrasonografi janin untuk mengidentifikasi area jantung yang mengalami kardiomegali, yaitu pembesaran

jantung yang abnormal. YOLO bekerja dengan membagi gambar menjadi *grid* dan memprediksi *bounding boxes* serta kelas objek secara bersamaan, memungkinkan deteksi dan segmentasi jantung dalam gambar ultrasonografi dengan cepat dan akurat. Dengan kemampuan ini, YOLO dapat mengidentifikasi dan menandai area kardiomegali secara efisien, membantu diagnosis dini dan perencanaan perawatan yang lebih baik bagi janin yang mengalami kardiomegali. Pendekatan ini memanfaatkan jaringan syaraf tiruan yang mampu mempelajari fitur-fitur penting dari data pelatihan, memungkinkan analisis mendalam dan pemahaman yang lebih baik terhadap gambar medis yang kompleks [5].

Deep learning, khususnya dengan algoritma YOLO, memainkan peran penting dalam segmentasi thorax jantung pada janin yang mengalami kardiomegali. Deep learning memungkinkan analisis dan pemahaman gambar medis yang kompleks melalui jaringan syaraf tiruan yang mempelajari fitur-fitur penting dari data pelatihan [6]. YOLO, sebagai salah satu algoritma deteksi objek paling efisien, memungkinkan deteksi dan segmentasi jantung dalam gambar ultrasonografi janin dengan cepat dan akurat. Pada tugas akhir ini, penulis akan menerapkan algoritma YOLO untuk segmentasi thorax jantung janin dengan kardiomegali, melatih model dengan dataset gambar ultrasonografi, dan menguji akurasi serta efisiensinya, guna meningkatkan diagnosis dini dan perencanaan perawatan [7].

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa tantangan saat melakukan segmentasi thorax pada jantung janin menggunakan YOLO, di antaranya adalah persiapan *dataset*, perancangan model, proses *training model*, dan evaluasi kinerja model. Tantangan lain seperti upaya untuk mencari model yang terbaik dan mendapatkan akurasi yang tinggi. Berdasarkan beberapa tantangan tersebut, peneliti menguraikan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja algoritma YOLOv8 dan YOLOv11 dalam melakukan segmentasi area thorax dan jantung pada citra ultrasonografi janin?
2. Bagaimana pengaruh jumlah epoch terhadap performa model YOLOv8 dan YOLOv11 dalam hal akurasi segmentasi?

3. Bagaimana perbandingan performa model YOLOv8 dan YOLOv11 dengan berbagai ukuran model (*Nano, Small, Medium, dan Large*) berdasarkan metrik evaluasi seperti IoU dan mAP?
4. Konfigurasi model YOLO manakah yang menghasilkan segmentasi terbaik pada data validasi dan data *unseen*?

1.3. Tujuan Penelitian

Dengan melakukan penelitian terkait segmentasi jantung anak, tentunya peneliti memiliki tujuan yang bermanfaat dan dapat diimplementasikan dalam bidang kesehatan. Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Untuk menguji efektivitas algoritma YOLOv8 dan YOLOv11 dalam mendeteksi dan melakukan segmentasi area thorax dan jantung pada citra USG janin secara otomatis.
2. Untuk mengevaluasi pengaruh variasi jumlah epoch (50, 100, 200, 300) terhadap performa segmentasi model YOLOv8 dan YOLOv11.
3. Untuk membandingkan performa segmentasi antara model YOLOv8 dan YOLOv11 pada berbagai ukuran model (*Nano, Small, Medium, dan Large*).
4. Untuk menentukan konfigurasi model YOLO yang optimal berdasarkan metrik evaluasi seperti IoU dan mAP pada data validasi dan data *unseen*.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada tugas akhir ini, yaitu :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada segmentasi area thorax dan jantung pada citra ultrasonografi (USG) janin, bukan pada organ lain atau tahap diagnosis penyakit.
2. Algoritma yang digunakan terbatas pada varian YOLO versi 8 (YOLOv8) dan versi 11 (YOLOv11), dengan masing-masing varian arsitektur *Nano, Small, Medium, dan Large*.
3. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan metrik *Intersection over Union* (IoU) sebagai indikator utama ketepatan segmentasi, serta tidak mengutamakan metrik lain seperti kecepatan inferensi atau F1-score.

4. Pelatihan model hanya dilakukan dengan jumlah epoch 50, 100, dan 200.
5. Dataset yang digunakan terbatas pada dataset citra USG jantung janin yang tersedia dalam ruang lingkup penelitian, tanpa generalisasi ke jenis citra medis lain atau variasi usia kehamilan yang terlalu luas.
6. Pengujian model dibatasi pada dua subset data yaitu data validasi dan data *unseen* (yang tidak dilibatkan dalam pelatihan), tanpa uji coba terhadap dataset dari rumah sakit atau sumber eksternal lain.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada tugas akhir ini memiliki struktur sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah yang mendasari penelitian ini. Bagian ini juga membahas rumusan masalah, tujuan penelitian, dan lingkup penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan kajian teori yang relevan dengan tugas akhir, termasuk definisi, konsep, dan penelitian terdahulu. Hal ini bertujuan untuk memberikan landasan teori dan menunjukkan posisi penelitian ini dalam konteks penelitian yang lebih luas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan mengenai gambaran dan alur proses penelitian yang dilakukan, mulai dari persiapan data, pemilihan metode, hingga tahap analisis dan kesimpulan.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab ini menyajikan temuan yang diperoleh dari penelitian serta analisis lebih lanjut mengenai hasil evaluasi yang didapat setelah melakukan penelitian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memberikan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta memberikan saran dari hasil yang diperoleh sehingga dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian di bidang yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Metadata Penelitian Badan Litbangkes 2019 [Internet]. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Balitbangkes); 2019 [cited 2025 Jul 2].
- [2] F. A. Mostafa, L. A. Elrefaei, M. M. Fouda, and A. Hossam, “A Survey on AI Techniques for Thoracic Diseases Diagnosis Using Medical Images,” *Diagnostics*, vol. 12, no. 12. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), Dec. 01, 2022. doi: 10.3390/diagnostics12123034.
- [3] A. Dozen *et al.*, “Image segmentation of the ventricular septum in fetal cardiac ultrasound videos based on deep learning using time-series information,” *Biomolecules*, vol. 10, no. 11, pp. 1–17, Nov. 2020, doi: 10.3390/biom10111526.
- [4] E. Dandil, M. Turkan, F. E. Urfali, i. Biyik, and M. Korkmaz, “Fetal Movement Detection and Anatomical Plane Recognition using YOLOv5 Network in Ultrasound Scans,” *European Journal of Science and Technology*, Jun. 2021, doi: 10.31590/ejosat.951786.
- [5] C. Stoean *et al.*, “Semantic segmentation of fetal heart components in second trimester echocardiography,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2022, pp. 3079–3086. doi: 10.1016/j.procs.2022.09.366.
- [6] F. Crispi, Á. Sepúlveda-Martínez, F. Crovetto, O. Gómez, B. Bijns, and E. Gratacós, “Main Patterns of Fetal Cardiac Remodeling,” *Fetal Diagnosis and Therapy*, vol. 47, no. 5. S. Karger AG, pp. 337–344, May 01, 2020. doi: 10.1159/000506047.
- [7] P. Jiang, D. Ergu, F. Liu, Y. Cai, and B. Ma, “A Review of Yolo Algorithm Developments,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2021, pp. 1066–1073. doi: 10.1016/j.procs.2022.01.135
- [8] World Information Technology and Engineering Journal Volume 10, Issue 07 – 2023. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY). Copyright © The Author(s). Published by International Scientific Indexing & Institute for Scientific Information. Machine Learning and Deep Learning: A Review of Methods and Applications. Koosha Sharifani¹, Mahyar Amini.

- [9] Dushyant, Kaushik, et al. "Utilizing Machine Learning and Deep Learning in Cybersecurity: An Innovative Approach." *Cyber Security and Digital Forensics* (2022): 271-293.
- [10] Amini, Mahyar, and Ali Rahmani. "Machine learning process evaluating damage classification of composites." *International Journal of Science and Advanced Technology* 9.12 (2023): 240-250.
- [11] Zhang, H., Lee, I., Ali, S., DiPaola, D., Cheng, Y., & Breazeal, C. (2022). Integrating ethics and career futures with technical learning to promote AI literacy for middle school students: An exploratory study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1–35.
- [12] Plass, J.L., & Pawar, S. (2020). Toward a taxonomy of adaptivity for learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(3), 275–300.
- [13] Regona, Massimo & Yigitcanlar, Tan & Xia, Bo & Li, R.Y.M. (2022). Opportunities and adoption challenges of AI in the construction industry: A PRISMA review. *Journal of Open*.
- [14] Nentrup, E. (2022). How Policymakers Can Support Educators and Technology Vendors Towards SAFE AI. EdSAFE AI Alliance.
- [15] IAES *International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)* Vol.13, No.1, March 2024, pp. 827~838 ISSN: 2252-8938, DOI: 10.11591/ijai.v13.i1.pp827-838. Journal homepage: <http://ijai.iaescore.com>. You only look once model-based object identification in computer vision.
- [16] Y. Yang et al., "Realtime detection of aircraft objects in remote sensing images based on improved YOLOv4". In 2021 IEEE 5th Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC) 2021 Mar 12 (Vol. 5, pp. 1156-1164). IEEE. DOI: 10.1109/IAEAC50856.2021.9390673.
- [17] A. Kumar et al., "A hybrid tiny YOLO v4-SPP module based improved face mask detection vision system." *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. 2021 Oct 20:1-4.

- [18] R. Wang et al., "A Realtime Object Detector for Autonomous Vehicles Based on YOLOv4". Computational Intelligence and Neuroscience. 2021 Dec 10;2021.
- [19] Patel, Krishna Kumar, A. Kar, S. N. Jha, and M. A. Khan. "Machine vision system: a tool for quality inspection of food and agricultural products." Journal of Food Science and Technology 49, no. 2 (2012): 123-141. DOI: 10.1007/s13197-011-0321-4.
- [20] Cosido, Oscar, Andres Iglesias, Akemi Galvez, Raffaele Catuogno, Massimiliano Campi, Leticia Terán, and Esteban Sainz. "Hybridization of Convergent Photogrammetry, Computer Vision, and Artificial Intelligence for Digital Documentation of Cultural Heritage-A Case Study: The Magdalena Palace." In Cyberworlds (CW), 2014 International Conference on, pp. 369-376. IEEE, 2014. DOI: 10.1109/CW.2014.58.
- [21] Neutrosophic Set in Medical Image Analysis. Neutrosophic Set in Medical Image Analysis. 2019, Pages 51-73. Advanced neutrosophic set-based ultrasound image analysis. Author links open overlay panel. Deepika Koundal, Bhisham Sharma.
- [22] Computers in Biology and Medicine, Volume 69, 1 February 2016, Pages 97-111. Application of wavelet techniques for cancer diagnosis using ultrasound images: A Review.
- [23] Hyun D, Brickson LL, Looby KT, et al. Beamforming and speckle reduction using neural networks. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control. 2019;66:898–910.
- [24] Chen, D.; Ma, A.; Zheng, Z.; Zhong, Y. Large-Scale Agricultural Greenhouse Extraction for Remote Sensing Imagery Based on Layout Attention Network: A Case Study of China. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. 2023, 200, 73–88.
- [25] Peng, S.; Jiang, W.; Pi, H.; Li, X.; Bao, H.; Zhou, X. Deep Snake for Real-Time Instance Segmentation. In Proceedings of the 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Seattle, WA, USA, 13–19 June 2020; pp. 8530–8539.

- [26] Wang, X.; Zhang, R.; Shen, C.; Kong, T.; Li, L. SOLO: A Simple Framework for Instance Segmentation. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 2022, 44, 8587–8601.