

**PERANCANGAN *YOU ONLY LOOK ONCE* (YOLO)
DENGAN *SLICING AIDED HYPER INFERENCE*
(SAHI) DAN *CONVOLUTIONAL BLOCK ATTENTION*
MODULE (CBAM) DALAM SEGMENTASI LUBANG
KECIL PADA CITRA JANTUNG ANAK**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH:

**RIO BASTIAN
09011282025039**

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN *YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)*
DENGAN *SLICING AIDED HYPER INFERENCE*
(SAHI) DAN *CONVOLUTIONAL BLOCK ATTENTION*
MODULE (CBAM) DALAM SEGMENTASI LUBANG
KECIL PADA CITRA JANTUNG ANAK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

RIO BASTIAN
09011282025039

Palembang, *16* Agustus 2024

Ketua Jurusan Sistem Komputer



[Signature]
Dr. Ir. Sukemi, M. T.
NIP. 196612032006041001

Pembimbing Tugas Akhir

[Signature]
Prof. Ir. Siti Nurmaini, M. T., Ph.D.
NIP. 196908021994012001

HALAMAN PERSETUJUAN

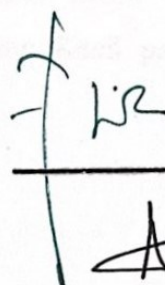
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jumat

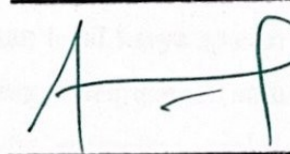
Tanggal : 19 Juli 2024

Tim Penguji :

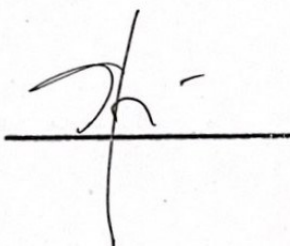
1. Ketua : Dr. Firdaus, M.Kom.



2. Sekretaris : Annisa Darmawahyuni, M.Kom.



3. Penguji : Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.



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

Mengetahui, 
Ketua Jurusan Sistem Komputer




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

HALAMAN PERNYATAAN

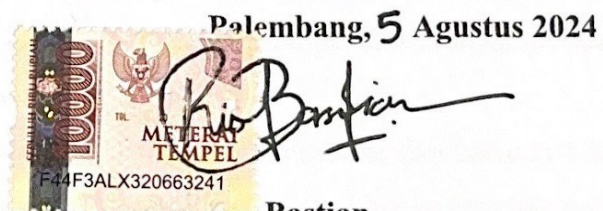
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rio Bastian
NIM : 09011282025039
Judul : Perancangan *You Only Look Once* (YOLO) dengan *Slicing Aided Hyper Inference* (SAHI) dan *Convolutional Block Attention Module* (CBAM) dalam Segmentasi Lubang Kecil pada Citra Jantung Anak

Hasil Pengecekan Perangkat Lunak Turnitin: 6%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Rio Bastian
NIM. 09011282025039

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul **“Perancangan *You Only Look Once* (YOLO) Dengan *Slicing Aided Hyper Inference* (SAHI) Dan *Convolutional Block Attention Module* (CBAM) Dalam Segmentasi Lubang Kecil Pada Citra Jantung Anak”**. Shalawat beriringkan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Sallallaahu ‘Alaihi Wassalam yang telah membawa kedamaian dan rahmat untuk semesta alam serta menjadi suri tauladan bagi umatnya.

Laporan ini menjelaskan mengenai bagaimana proses perancangan untuk meningkatkan hasil segmentasi objek kecil pada citra medis jantung anak menggunakan pendekatan *You Only Look Once* (YOLO). Segmentasi objek pada citra medis yang memiliki ukuran relatif kecil dalam satuan piksel merupakan suatu tantangan tersendiri, dikarenakan memiliki cakupan piksel yang kecil dan kualitas citra yang rendah, disertai dengan banyaknya noise dan kurangnya kontras didalamnya. Hal ini akan kurang optimal jika diimplementasikan dengan pendekatan *deep learning* yang sederhana. Oleh karena itu, penulis berharap dengan dibuatnya laporan ini dapat berguna bagi orang banyak dan menjadi bahan bacaan yang bermanfaat pada bidang *medical object segmentation* menggunakan pendekatan YOLO.

Selesainya penulisan laporan ini tidak terlepas dari peran serta semua pihak yang telah memberikan bantuan serta motivasi pada saat proses pembuatan laporan ini berlangsung. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Orang tua dan keluarga saya yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi dan semangat.

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 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Huda Ubaya, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Mbak Dr. Ade Iriani Sapitri, M. Kom., dan Kak M. Naufal Rachmatullah, M.T., selaku mentor yang telah mengarahkan dan memberi saran dalam penelitian dan pembuatan tugas akhir ini.
8. Teman-teman *Intelligent Systems Research Group (ISysRG)* dan khususnya teman-teman *Tim Image Batch 5* yang telah bersedia menjadi teman dalam bertukar pikiran untuk menyelesaikan permasalahan pada tugas akhir ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan semangat serta do'a.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari. Penulis berharap semoga laporan ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua, sebagai sumbangan pikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran dan penelitian. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang, 5 Agustus 2024
Penulis,

Rio Bastian
NIM. 09011282025039

Perancangan *You Only Look Once (YOLO)* dengan *Slicing Aided Hyper Inference (SAHI)* dan *Convolutional Block Attention Module (CBAM)* dalam Segmentasi Lubang Kecil pada Citra Jantung Anak

RIO BASTIAN (09011282025039)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email: riobastian1717@gmail.com

ABSTRAK

Pengenalan objek berukuran kecil merupakan tantangan signifikan dalam tugas deteksi dan segmentasi model, terutama ketika objek tersebut sangat kecil dibandingkan dengan area sekitarnya. Hal ini sangat penting dalam aplikasi seperti diagnosis penyakit, yang memerlukan presisi tinggi. Tantangan ini semakin kompleks dengan adanya variasi orientasi citra, tingkat noise yang tinggi, kompleksitas latar belakang, dan kurangnya ketajaman gambar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model berbasis *deep learning* yang mampu meningkatkan performa deteksi dan segmentasi objek kecil. Penelitian ini menggunakan data citra jantung anak yang diperoleh melalui ultrasonografi (USG) dari 211 pasien, dengan total 4222 gambar. Data tersebut berfokus pada tiga jenis kasus, yaitu ASD, AVSD, dan VSD. Fokus penelitian adalah pada pendeteksian dan segmentasi "*Hole*" (H) pada citra jantung anak, yang merupakan kelainan pada kasus jantung anak. Pendekatan yang digunakan melibatkan model YOLOv5, YOLOv7, dan YOLOv8 dengan kustomisasi arsitektur menggunakan *attention module* berupa CBAM, ResNetBlock CBAM, dan ResNeXtBlock CBAM, serta menggunakan metode inferensi dari SAHI yang dikombinasikan dengan MedSAM untuk meningkatkan performa deteksi dan segmentasi. Hasil evaluasi menggunakan data validasi dan *unseen* menunjukkan bahwa model terbaik adalah YOLOv8 yang dikombinasikan dengan ResNeXtBlock CBAM setelah modul SPPF, dengan performa mAP50(M) sebesar 97%.

Keywords: Modul *Attention*, *Small Object Detection*, YOLO

Designing You Only Look Once (YOLO) with Slicing Aided Hyper Inference (SAHI) and Convolutional Block Attention Module (CBAM) for Small Hole Segmentation in Infant Heart Images

RIO BASTIAN (09011282025039)

Computer Engineering Departement, Computer Science Faculty, Sriwijaya University

Email: riobastian1717@gmail.com

ABSTRACT

Small object recognition is a significant challenge in model detection and segmentation tasks, especially when the object is very small compared to the surrounding area. This is particularly important in applications such as disease diagnosis, where high precision is required. This challenge is further complicated by variations in image orientation, high noise levels, background complexity, and lack of image sharpness. This research aims to design a deep learning-based model that can improve the detection and segmentation performance of small objects. This study used pediatric cardiac image data obtained through ultrasonography (USG) from 211 patients, with a total of 4222 images. The data focuses on three types of cases, namely ASD, AVSD, and VSD. The research focuses on the detection and segmentation of "Hole" (H) in pediatric heart images, which is an abnormality in pediatric heart cases. The approach used involves YOLOv5, YOLOv7, and YOLOv8 models with architecture customization using attention modules such as CBAM, ResNetBlock CBAM, and ResNeXtBlock CBAM, and using inference methods from SAHI combined with MedSAM to improve detection and segmentation performance. Evaluation results using validation and unseen data show that the best model is YOLOv8 combined with ResNeXtBlock CBAM after the SPPF module, with mAP50(M) performance of 97%.

Keywords: Attention Module, Small Object Detection, YOLO

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah	2
1.2.1. Perumusan Masalah.....	3
1.2.2. Batasan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Metodologi Penelitian.....	5
1.4.1. Metode Studi Pustaka dan Literatur	5
1.4.2. Metode Konsultasi.....	6
1.4.3. Metode Pembuatan Model	6
1.4.4. Metode Pengujian.....	6
1.4.5. Metode Analisa dan Kesimpulan	6
1.5. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Citra Digital	8
2.2. Citra Ultrasonografi	9
2.3. <i>Computer Vision</i>	10
2.4. <i>Artificial Intelligence</i>	10
2.5. <i>Deep Learning</i>	11
2.6. <i>Transfer Learning</i>	12

2.7.	<i>Instance Segmentation</i>	13
2.8.	<i>Convolutional Neural Network</i>	14
2.9.	<i>You Only Look Once</i>	14
2.9.1.	YOLOv5	15
2.9.2.	YOLOv7	17
2.9.3.	YOLOv8.....	18
2.10.	Mekanisme Modul <i>Attention</i>	19
2.10.1.	<i>Convolution Block Attention Module</i>	20
2.10.2.	ResNetBlock CBAM	21
2.10.3.	ResNeXtBlock CBAM	22
2.11.	<i>Slicing Aided Hyper Inference</i>	23
2.12.	MedSAM	24
2.13.	<i>Intersection Over Union</i>	25
2.14.	<i>Metric Evaluation</i>	27
2.14.1.	<i>Precision</i>	27
2.14.2.	<i>Recall</i>	27
2.14.3.	<i>Mean Average Precision</i>	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1.	Kerangka Kerja Penelitian.....	29
3.2.	Persiapan Data	31
3.3.	Pra-pengolahan Data.....	32
3.3.1.	Konversi Video ke Gambar.....	32
3.3.2.	<i>Data Cleaning</i>	33
3.3.3.	Anotasi Label Data.....	35
3.3.4.	Konversi <i>Dataset</i>	37
3.3.4.1.	<i>YOLO Format Dataset</i>	38
3.3.4.2.	<i>MedSAM Format Dataset</i>	39
3.4.	<i>Splitting Dataset</i>	40
3.5.	Proses <i>Training</i>	40
3.5.1.	YOLOv5	43
3.5.2.	YOLOv7	43
3.5.3.	YOLOv8.....	44
3.5.4.	Kustomisasi YOLO dengan Integrasi CBAM.....	44
3.5.4.1.	<i>Attention Module</i> Setelah Modul C2f.....	45

3.5.4.2. <i>Attention Module</i> Setelah Modul C2f Kecuali pada <i>Detektor</i> P5	45
3.5.4.3. <i>Attention Module</i> Setelah Modul SPPF	46
3.5.4.4. <i>Attention Module</i> Sebelum Modul SPPF	47
3.5.4.5. <i>Attention Module</i> Setelah <i>Detektor</i> P3 Hingga P5.....	48
3.5.4.6. <i>Attention Module</i> Setelah <i>Detektor</i> Head P3	49
3.6. Proses Inferensi SAHI yang Dikombinasikan dengan MedSAM.....	50
3.7. Proses Evaluasi Model.....	53
3.8. Proses Pengujian Model	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1. Hasil Segmentasi <i>Pre-trained</i> YOLO.....	55
4.1.1. YOLOv5.....	56
4.1.1.1. YOLOv5n-Seg	56
4.1.1.2. YOLOv5s-Seg.....	58
4.1.1.3. YOLOv5m-Seg	60
4.1.1.4. YOLOv5l-Seg	61
4.1.1.5. YOLOv5x-Seg	63
4.1.2. YOLOv7.....	65
4.1.2.1. YOLOv7-Seg	65
4.1.2.2. YOLOv7x-Seg	67
4.1.3. YOLOv8.....	69
4.1.3.1. YOLOv8n-Seg	70
4.1.3.2. YOLOv8s-Seg.....	72
4.1.3.3. YOLOv8m-Seg	73
4.1.3.4. YOLOv8l-Seg	75
4.1.3.5. YOLOv8x-Seg	77
4.1.4. Model Terbaik YOLO	79
4.1.4.1. YOLOv5.....	79
4.1.4.2. YOLOv7.....	81
4.1.4.3. YOLOv8.....	82
4.2. Hasil Segmentasi YOLO dengan Integrasi <i>Attention Module</i>	84
4.2.1. YOLOv5.....	84
4.2.1.1. CBAM.....	85
4.2.1.2. ResNetBlock CBAM.....	86

4.2.1.3. ResNeXtBlock CBAM.....	88
4.2.2. YOLOv7.....	90
4.2.2.1. CBAM.....	91
4.2.2.2. ResNetBlock CBAM.....	93
4.2.2.3. ResNeXtBlock CBAM.....	95
4.2.3. YOLOv8.....	97
4.2.3.1. CBAM.....	97
4.2.3.2. ResNetBlock CBAM.....	99
4.2.3.3. ResNeXtBlock CBAM.....	101
4.2.4. Model YOLO Terbaik dengan Integrasi <i>Attention Module</i>	102
4.2.4.1. YOLOv5.....	103
4.2.4.2. YOLOv7.....	104
4.2.4.3. YOLOv8.....	105
4.3. Hasil Inferensi YOLO dengan SAHI dan MedSAM.....	106
4.3.1 YOLOv5.....	107
4.3.2 YOLOv7.....	109
4.3.3 YOLOv8.....	111
4.4. Model Terbaik Keseluruhan	113
4.5. Hasil Pengujian Model Berdasarkan Penyakit	116
4.6. Hasil Pengujian Model Terhadap Data Normal.....	117
BAB V KESIMPULAN	119
5.1. Kesimpulan.....	119
5.2. Saran	120
DAFTAR PUSTAKA.....	121
LAMPIRAN.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Jenis Citra Digital	8
Gambar 2.2 <i>Transfer Learning</i>	13
Gambar 2.3 Arsitektur dasar CNN.....	14
Gambar 2.4 Arsitektur YOLOv5	16
Gambar 2.5 Arsitektur YOLOv7	17
Gambar 2.6 Arsitektur YOLOv8	19
Gambar 2.7 Mekanisme <i>Convolutional Block Attention Module</i>	20
Gambar 2.8 Mekanisme <i>Channel Attention Module</i>	20
Gambar 2.9 Mekanisme <i>Spatial Attention Module</i>	21
Gambar 2.10 Struktur ResNetBlock CBAM.....	22
Gambar 2.11 Struktur ResNeXtBlock CBAM.....	23
Gambar 2.12 Mekanisme <i>Slicing Aided Hyper Inference</i>	24
Gambar 2.13 Proses Inferensi MedSAM	25
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	30
Gambar 3.2 Data USG Jantung Anak	32
Gambar 3.3 Contoh Data <i>Cleaning</i>	33
Gambar 3.4 Hasil Anotasi Data	36
Gambar 3.5 Visualisasi Ukuran Anotasi Data Pelatihan	37
Gambar 3.6 Format Data YOLO.....	38
Gambar 3.7 Visualisasi Hasil Konversi <i>Dataset</i> MedSAM.....	39
Gambar 3.8 Pembagian <i>Dataset</i>	40
Gambar 3.9 Rancangan Proses Penelitian.....	42
Gambar 3.10 Implementasi <i>Attention Module</i> Setelah Modul C2f.....	45
Gambar 3.11 Implementasi <i>Attention Module</i> Setelah Modul C2f Kecuali P5	46
Gambar 3.12 Implementasi <i>Attention Module</i> Setelah Modul SPPF.....	47
Gambar 3.13 Implementasi <i>Attention Module</i> Sebelum Modul SPPF.....	48
Gambar 3.14 Implementasi <i>Attention Module</i> pada <i>Detektor Head</i> P3 Hingga P5	49
Gambar 3.15 Implementasi <i>Attention Module</i> pada <i>Detektor Head</i> P3.....	49
Gambar 3.16 Proses Inferensi SAHI dan MedSAM	51

Gambar 3.17 Flowchart Proses <i>Filter Hole</i>	53
Gambar 4.1 Performa Evaluasi Model YOLOv5n-Seg	57
Gambar 4.2 Hasil Prediksi Model YOLOv5n-Seg	58
Gambar 4.3 Performa Evaluasi Model YOLOv5s-Seg.....	59
Gambar 4.4 Hasil Prediksi Model YOLOv5s-Seg.....	59
Gambar 4.5 Performa Evaluasi Model YOLOv5m-Seg	60
Gambar 4.6 Hasil Prediksi Model YOLOv5m-Seg	61
Gambar 4.7 Performa Evaluasi Model YOLOv5l-Seg	62
Gambar 4.8 Hasil Prediksi Model YOLOv5l-Seg	63
Gambar 4.9 Performa Evaluasi Model YOLOv5x-Seg	64
Gambar 4.10 Hasil Prediksi Model YOLOv5x-Seg	65
Gambar 4.11 Performa Evaluasi Model YOLOv7-Seg	66
Gambar 4.12 Hasil Prediksi Model YOLOv7-Seg	67
Gambar 4.13 Performa Evaluasi Model YOLOv7x-Seg	68
Gambar 4.14 Hasil Prediksi Model YOLOv7x-Seg	69
Gambar 4.15 Performa Evaluasi Model YOLOv8n-Seg	71
Gambar 4.16 Hasil Prediksi Model YOLOv8n-Seg	71
Gambar 4.17 Performa Evaluasi Model YOLOv8s-Seg.....	72
Gambar 4.18 Hasil Prediksi Model YOLOv8s-Seg.....	73
Gambar 4.19 Performa Evaluasi Model YOLOv8m-Seg	74
Gambar 4.20 Hasil Prediksi Model YOLOv8m-Seg	75
Gambar 4.21 Performa Evaluasi Model YOLOv8l-Seg	76
Gambar 4.22 Hasil Prediksi Model YOLOv8l-Seg	77
Gambar 4.23 Performa Evaluasi Model YOLOv8x-Seg	78
Gambar 4.24 Hasil Prediksi Model YOLOv8x-Seg	78
Gambar 4.25 Performa Evaluasi Model Terbaik YOLOv5	80
Gambar 4.26 Performa Evaluasi Model Terbaik YOLOv7	82
Gambar 4.27 Performa Evaluasi Model Terbaik YOLOv8	83
Gambar 4.28 Performa Evaluasi Model YOLOv5 + CBAM.....	85
Gambar 4.29 Hasil Prediksi Model YOLOv5 + CBAM.....	86
Gambar 4.30 Performa Evaluasi Model YOLOv5 + ResNetBlock CBAM	87
Gambar 4.31 Hasil Prediksi Model YOLOv5 + ResNetBlock CBAM	88

Gambar 4.32 Performa Evaluasi Model YOLOv5 + ResNeXtBlock CBAM	89
Gambar 4.33 Hasil Prediksi Model YOLOv5 + ResNeXtBlock CBAM	90
Gambar 4.34 Performa Evaluasi Model YOLOv7 + CBAM.....	92
Gambar 4.35 Hasil Prediksi Model YOLOv7 + CBAM.....	93
Gambar 4.36 Performa Evaluasi Model YOLOv7 + ResNetBlock CBAM	94
Gambar 4.37 Hasil Prediksi Model YOLOv7 + ResNetBlock CBAM	95
Gambar 4.38 Performa Evaluasi Model YOLOv7 + ResNeXtBlock CBAM	96
Gambar 4.39 Hasil Prediksi Model YOLOv7 + ResNeXtBlock CBAM	96
Gambar 4.40 Performa Evaluasi Model YOLOv8 + CBAM.....	98
Gambar 4.41 Hasil Prediksi Model YOLOv8 + CBAM.....	99
Gambar 4.42 Performa Evaluasi Model YOLOv8 + ResNetBlock CBAM	100
Gambar 4.43 Hasil Prediksi Model YOLOv8 + CBAM.....	100
Gambar 4.44 Performa Evaluasi Model YOLOv8 + ResNeXtBlock CBAM	101
Gambar 4.45 Hasil Prediksi Model YOLOv8 + CBAM.....	102
Gambar 4.46 Performa Evaluasi Model Terbaik YOLOv5	104
Gambar 4.47 Performa Evaluasi Model Terbaik YOLOv7	105
Gambar 4.48 Performa Evaluasi Model Terbaik YOLOv8	106
Gambar 4.49 Inferensi SAHI dan MedSAM Pada YOLOv5.....	108
Gambar 4.50 Hasil Inferensi SAHI dan MedSAM Pada YOLOv5	109
Gambar 4.51 Inferensi SAHI dan MedSAM Pada YOLOv7.....	110
Gambar 4.52 Hasil Inferensi SAHI dan MedSAM Pada YOLOv7	111
Gambar 4.53 Inferensi SAHI dan MedSAM Pada YOLOv8.....	112
Gambar 4.54 Hasil Inferensi SAHI dan MedSAM Pada YOLOv8	113
Gambar 4.55 Performa Evaluasi Model Terbaik YOLO	114
Gambar 4.56 Hasil Keseluruhan Perancangan Penelitian Model YOLO	115

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Persebaran Jumlah Data Pasien untuk Pelatihan.....	34
Tabel 3.2 Pesebaran Jumlah Data Gambar untuk Pelatihan	34
Tabel 3.3 Persebaran Jumlah Data <i>Unseen</i>	35
Tabel 3.4 <i>Hyperparameter Tuning</i> untuk <i>Training</i> Model YOLO	41
Tabel 4.1 Model Terbaik YOLOv5 untuk Setiap Variasi <i>Pre-trained</i>	79
Tabel 4.2 Model Terbaik YOLOv7 untuk Setiap Variasi <i>Pre-trained</i>	81
Tabel 4.3 Model Terbaik YOLOv8 untuk Setiap Variasi <i>Pre-trained</i>	82
Tabel 4.4 Model Terbaik Hasil <i>Training Pre-trained</i> YOLO.....	84
Tabel 4.5 Model Terbaik Setiap Varian YOLO.....	106
Tabel 4.6 Model Terbaik untuk Setiap Variasi YOLO	113
Tabel 4.7 Performa Model Terbaik Pada Data Validasi Berdasarkan Penyakit .	116
Tabel 4.8 Performa Model Terbaik Pada Data <i>Unseen</i> Berdasarkan Penyakit (Data Bersih).....	116
Tabel 4.9 Performa Model Terbaik Pada Data <i>Unseen</i> Berdasarkan Penyakit (Data Kotor).....	117
Tabel 4.10 Performa Model Terbaik Pada Data Normal Berdasarkan <i>View</i>	118

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Perbaikan Penguji

Lampiran 2 Form Perbaikan Pembimbing

Lampiran 3 Hasil Cek Plagiarisme di Turnitin Halaman Judul

Lampiran 4 Hasil Persentase Cek Plagiarisme di Turnitin

Lampiran 5 Surat Keterangan Pengecekan Similarity

DAFTAR SINGKATAN

YOLO	=	<i>You Only Look Once</i>
CBAM	=	<i>Convolutional Block Attention Module</i>
SAHI	=	<i>Slicing Aided Hyper Inference</i>
AI	=	<i>Artificial Intelligence</i>
CNN	=	<i>Convolutional Neural Network</i>
mAP	=	<i>Mean Average Precision</i>
CV	=	<i>Computer Vision</i>
IoU	=	<i>Intersection over Union</i>
USG	=	<i>Ultrasonografi</i>
COCO	=	<i>Common Objects in Context</i>
JSON	=	<i>JavaScript Object Notation</i>
ResNetBlock	=	<i>Residual Networks</i>
ResNeXtBlock	=	<i>Residual Networks with Aggregated Transformations</i>
SAM	=	<i>Segment Anything Module</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) telah memberikan dampak yang positif pada berbagai bidang, termasuk pada bidang kesehatan. Pada beberapa tahun belakangan, teknologi AI dalam kesehatan menunjukkan hasil yang menjanjikan, terutama dalam bidang mendiagnosis penyakit. Hal ini dapat menghadirkan peluang yang besar untuk mengurangi kesalahan manusia, meningkatkan hasil klinis, melacak data dari waktu ke waktu, dan sebagainya [1]. *Deep learning* menghadirkan kemampuan yang mendalam untuk membantu mengidentifikasi, mengklasifikasi, ataupun untuk mengenali pola-pola yang sulit dikenali oleh manusia. Kemampuan ini telah membawa harapan tinggi bahwasannya *deep learning* dapat membawa perubahan dan pengaruh yang besar dalam bidang kesehatan. Oleh karena itu, teknologi ini mampu membantu dokter dalam mendiagnosis penyakit dengan lebih cepat dan akurat [2].

Penerapan *deep learning* pada pengenalan objek telah memberikan hasil yang sangat baik, namun penerapan ini masih mengalami kesulitan jika melakukan segmentasi pada objek yang memiliki ukuran relatif kecil. Hal ini terjadi dikarenakan objek tersebut memiliki cakupan piksel yang rendah, variasi orientasi citra yang berbeda, tingkat *noise* yang tinggi, kompleksitas latar belakang objek dalam citra, serta kurangnya ketajaman pada gambar yang menjadi alasan sulitnya mencapai performa yang optimal untuk melakukan segmentasi terhadap objek kecil secara akurat [4][5]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mutakhir untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan memanfaatkan metode *deep learning* yang terkustomisasi dan dikombinasikan dengan metode inferensi tambahan untuk mendapatkan hasil segmentasi yang lebih optimal [6][7]. Sehingga, harapannya dapat meningkatkan performa model *deep learning* dalam melakukan pendeteksian terhadap objek kecil.

Pada penelitian kali ini, penulis memilih untuk menggunakan *Convolutional Block Attention Module* (CBAM) sebagai lapisan dasar kustom dalam arsitektur YOLO yang digunakan. Lapisan ini dipilih karena memiliki efisiensi tinggi dan

ringan yang dapat diintegrasikan ke lapisan konvolusi manapun. Lapisan CBAM memiliki kemampuan untuk secara selektif memberikan perhatian pada area target yang mengandung informasi penting, sekaligus mengurangi pengaruh informasi yang kurang relevan. Maka dari itu, akurasi segmentasi terhadap objek kecil dapat ditingkatkan secara signifikan [6]. Penerapan lapisan CBAM ini telah terbukti mampu secara signifikan meningkatkan performa model *deep learning* [7][8]. Tidak hanya itu, dalam penelitian ini, penulis juga mengaplikasikan *framework* bernama *Slicing Aided Hyper Inference* (SAHI) yang dipadukan dengan MedSAM, merupakan salah satu pendekatan berbasis *Segment Anything Model* (SAM) yang dikhususkan pada data Medis. *Framework* SAHI berfungsi sebagai metode inferensi yang dapat dipadukan dengan arsitektur YOLO untuk mendeteksi objek kecil [9], sementara MedSAM digunakan untuk melakukan segmentasi dari hasil prediksi *bounding box* SAHI.

Penelitian ini menggunakan data dari USG atau ultrasonografi untuk melatih model YOLO dalam melakukan segmentasi objek berupa lubang/*hole* pada citra jantung anak. Harapannya, penelitian ini akan menjadi alat bantu yang efektif dan cepat dalam mendeteksi lubang/*hole* pada citra jantung anak. Dengan begitu, penelitian ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat dan penanganan yang lebih cepat terhadap penyakit jantung bawaan pada anak. Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, maka judul yang penulis gunakan pada tugas akhir yaitu **“Perancangan *You Only Look Once* (YOLO) Dengan *Slicing Aided Hyper Inference* (SAHI) Dan *Convolutional Block Attention Module* (CBAM) Dalam Segmentasi Lubang Kecil Pada Citra Jantung Anak”**.

1.2. Rumusan dan Batasan Masalah

Terdapat beberapa tantangan dalam penelitian ini untuk melakukan segmentasi lubang/*hole* jantung anak menggunakan YOLO, dimulai dari perancangan dan persiapan *dataset* yang akan digunakan untuk melakukan *training*, cara mengimplementasikan YOLO untuk melakukan proses pelatihan model dan melakukan pengukuran kinerja model dari beberapa percobaan yang dilakukan, melakukan kostumisasi lapisan arsitektur YOLO menggunakan *attention module*,

serta mengaplikasikan penerapan SAHI yang dipadukan dengan MedSAM sebagai metode inferensi terhadap model dengan performa paling optimal yang telah dihasilkan, dalam upaya untuk meningkatkan hasil segmentasi objek lubang/*hole* pada citra jantung anak.

1.2.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan beberapa tantangan yang telah disampaikan, maka perumusan masalah yang didapat tertuang dalam beberapa point sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menghasilkan model untuk melakukan segmentasi objek lubang/*hole* pada citra jantung anak menggunakan pendekatan YOLO?
2. Bagaimana cara melakukan perancangan lapisan arsitektur YOLO menggunakan module CBAM, ResNetBlock CBAM, dan ResNeXtBlock CBAM, dalam upaya untuk meningkatkan performa model?
3. Bagaimana cara menerapkan metode inferensi SAHI yang dipadukan dengan MedSAM, untuk meningkatkan performa model dalam melakukan segmentasi terhadap lubang/*hole* pada data citra jantung anak?
4. Bagaimana cara membandingkan kinerja model YOLO yang telah dilakukan proses pelatihan ataupun inferensi, untuk mengetahui model yang paling optimal dengan menggunakan *metric evaluation* pada hasil evaluasi data validasi dan data *unseen* melalui skor *Precision*, *Recall*, dan *Mean Average Precision* (mAP)?
5. Bagaimana cara mengetahui kinerja komputasi model yang paling baik berdasarkan waktu inferensi model dalam melakukan evaluasi data?
6. Bagaimana cara melakukan pengujian model yang paling optimal terhadap data yang dikategorikan berdasarkan penyakit, untuk mengetahui performa model pada masing-masing penyakit? Dengan demikian, dapat diketahui performa model yang terbaik dan terburuk pada masing-masing penyakit.
7. Bagaimana cara melakukan pengujian model paling optimal terhadap data normal, untuk mengetahui performa model dalam mengenali data yang memiliki kelainan atau tidak berdasarkan kesalahan prediksi yang dihasilkan?

1.2.2. Batasan Masalah

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

1. *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra jantung anak, yang memiliki lubang/*hole* dengan ukuran yang relatif kecil.
2. Penelitian ini mensimulasi program dengan bahasa pemrograman *Python*.
3. Penelitian ini menggunakan pendekatan YOLOv5, YOLOv7, dan YOLOv8 untuk melakukan segmentasi lubang/*hole* pada data citra jantung anak.
4. Pengukuran kinerja model YOLO yang telah dilakukan proses *training* untuk mengetahui model dengan performa paling optimal, menggunakan *metric evaluation* pada hasil evaluasi data validasi dan data *unseen* melalui skor *Precision*, *Recall*, dan *Mean Average Precision* (mAP).
5. Perancangan lapisan kustom arsitektur YOLO menggunakan CBAM, ResNetBlock CBAM, dan ResNeXtBlock CBAM, hanya dilakukan pada model YOLOv5, YOLOv7, dan YOLOv8 dengan performa paling optimal.
6. Penerapan metode inferensi SAHI yang dipadukan dengan MedSAM, dilakukan hanya pada model YOLOv5, YOLOv7, dan YOLOv8, yang menggunakan varian standar ataupun terkustomisasi dengan performa paling optimal.
7. Hasil pengukuran kinerja komputasi model dalam melakukan evaluasi data validasi dan data *unseen*, hanya dilakukan pada model standar ataupun terkustomisasi dengan performa paling optimal, terhadap penerapan SAHI yang dipadukan dengan MedSAM. Pengukuran ini hanya bertujuan untuk menganalisa performa komputasi model yang paling baik terhadap perancangan model yang telah dilakukan.
8. Pengujian data normal dan data yang dikategorikan berdasarkan penyakit hanya dilakukan pada model yang paling optimal secara keseluruhan.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang perlu dicapai selama berlangsungnya penelitian, yaitu menyelesaikan permasalahan yang diangkat pada perumusan masalah. Adapun tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Dapat menyelesaikan permasalahan segmentasi objek menggunakan pendekatan YOLO terhadap objek lubang/*hole* dengan ukuran yang relatif kecil pada citra jantung anak.
2. Mampu merancang lapisan kustom arsitektur YOLO menggunakan CBAM, ResNetBlock CBAM, dan ResNeXtBlock CBAM, dengan upaya untuk meningkatkan performa model dalam melakukan segmentasi terhadap lubang/*hole* pada citra jantung anak.
3. Menerapkan *framework* SAHI yang dipadukan dengan MedSAM sebagai metode inferensi dalam deteksi dan segmentasi objek menggunakan model YOLO dengan performa yang paling optimal.
4. Mampu melakukan perbandingan performa model melalui hasil evaluasi pada data validasi dan data *unseen* dari *dataset* citra jantung anak melalui skor *Precision*, *Recall*, dan *Mean Average Precision* (mAP).
5. Mampu melakukan analisa performa komputasi model melalui hasil inferensi pada proses evaluasi data validasi dan data *unseen*, untuk mengetahui performa komputasi model yang paling baik.
6. Mampu melakukan pengujian model paling optimal terhadap data yang dikategorikan berdasarkan penyakit dan data normal, untuk mengetahui performa model secara detail dan komprehensif pada masing-masing penyakit serta kemampuan model dalam mengenali kelainan berdasarkan kesalahan prediksi data normal yang dihasilkan.

1.4. Metodologi Penelitian

Terdapat beberapa metodologi yang akan digunakan dalam penelitian ini, yang akan diterapkan untuk menguji hipotesis yang diajukan dalam rangka menyelesaikan masalah yang telah teridentifikasi. Adapun metodologi tersebut tertuang dalam beberapa poin dari serangkaian tahapan berikut:

1.4.1. Metode Studi Pustaka dan Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara mencari dan mengumpulkan referensi berupa literature yang terdapat pada repositori internasional dan internet mengenai “*Small Object Segmentation*” dengan menggunakan YOLO.

1.4.2. Metode Konsultasi

Metode ini melakukan konsultasi kepada pihak-pihak yang memiliki pengetahuan serta wawasan yang baik dalam mengatasi permasalahan yang ditemui pada penulisan tugas akhir “*Small Object Segmentation*”.

1.4.3. Metode Pembuatan Model

Metode ini membuat suatu perancangan pemodelan berbasis simulasi, dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python*.

1.4.4. Metode Pengujian

Metode ini melakukan pengujian terhadap model dengan performa paling optimal pada data validasi dan data *unseen*, dengan tujuan untuk mengetahui performa model dalam melakukan segmentasi lubang/*hole* citra jantung anak.

1.4.5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Hasil dari pengujian pada laporan ini akan dianalisis kekurangannya, sehingga dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan laporan ini meliputi tahapan-tahapan yang telah dirancang secara cermat untuk memastikan bahwa semua aspek yang relevan, termasuk latar belakang, metodologi, analisis data, dan kesimpulan, dapat dipaparkan dengan jelas dan komprehensif.

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama akan menjelaskan mengenai pendahuluan dari penelitian ini, bab ini berisikan informasi mengenai latar belakang, tujuan, rumusan masalah, serta keseluruhan struktur dari penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan dasar teori yang digunakan sebagai referensi dari berbagai sumber yang relevan terhadap penelitian yang sedang dilakukan. Bab ini bertujuan

untuk menjadi landasan dasar terhadap teori-teori yang digunakan sebagai penopang dalam upaya menyelesaikan permasalahan yang diangkat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga menjelaskan langkah-langkah dan metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini, dengan tujuan mencapai tujuan dari permasalahan yang diangkat. Bab ini menyajikan penjelasan yang sistematis terhadap seluruh proses penelitian, dimulai dari persiapan data hingga pengujian performa model.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab keempat menjelaskan mengenai hasil dari semua proses yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Bab ini berisikan seluruh pembahasan hasil dan analisis terhadap metodologi yang telah dicapai, dengan menyajikan analisis yang mendalam terhadap semua pencapaian yang berhasil dilakukan.

BAB V KESIMPULAN

Bab kelima merupakan bab terakhir yang berisikan kesimpulan dari seluruh pencapaian selama penelitian ini berlangsung. Pada bab ini akan dijelaskan hasil dari penerapan metodologi terhadap tujuan yang ditetapkan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi. Bab ini juga memuat saran atau rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dari proses penelitian ini, serta dapat menjadi landasan untuk penelitian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumar, Y., Koul, A., Singla, R., & Ijaz, M. F. (2022). Artificial intelligence in disease diagnosis: A systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(7), 8459-8486. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03612-z>
- [2] Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning in Medicine. *N Engl J Med*. 2019 Apr 4;380(14):1347-1358. doi: 10.1056/NEJMra1814259. PMID: 30943338.
- [3] Chan HP, Samala RK, Hadjiiski LM, Zhou C. Deep Learning in Medical Image Analysis. *Adv Exp Med Biol*. 2020;1213:3-21. doi: 10.1007/978-3-030-33128-3_1. PMID: 32030660; PMCID: PMC7442218.
- [4] Han, R., Liu, X., & Chen, T. (2022). Yolo-SG: Saliency-guided detection of small objects in medical images. 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). <https://doi.org/10.1109/icip46576.2022.9898077>
- [5] Koyun, O. C., Keser, R. K., Akkaya, İ. B., & Töreyn, B. U. (2022). Focus-and-Detect: A small object detection framework for aerial images. *Signal Processing: Image Communication*, 104, 116675. <https://doi.org/10.1016/j.image.2022.116675>
- [6] Fu, H., Song, G., & Wang, Y. (2021). Improved YOLOv4 marine target detection combined with CBAM. *Symmetry*, 13(4), 623. <https://doi.org/10.3390/sym13040623>
- [7] He, L., & Wei, H. (2023). CBAM-yolov5: A promising network model for wear particle recognition. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2023, 1-15. <https://doi.org/10.1155/2023/2520933>
- [8] Wang, Y., Li, J., Chen, Z., & Wang, C. (2022). Ships' small target detection based on the CBAM-YOLOX algorithm. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(12), 2013. <https://doi.org/10.3390/jmse10122013>
- [9] Akyon, F. C., Onur Altinuc, S., & Temizel, A. (2022). Slicing aided hyper inference and fine-tuning for small object detection. 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). <https://doi.org/10.1109/icip46576.2022.9897990>

- [10] Cheng, Y., & Li, B. (2021). Image segmentation technology and its application in digital image processing. 2021 IEEE Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC). <https://doi.org/10.1109/ipecc51340.2021.9421206>
- [11] Charleen, Angelica, C., Purnama, H., & Purnomo, F. (2021). Impact of computer vision with deep learning approach in medical imaging diagnosis. 2021 1st International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence (ICCSAI). <https://doi.org/10.1109/iccsai53272.2021.9609708>
- [12] Rathinam, A. K., Lee, Y., Chek Ling, D. N., Singh, R., Selvaratnam, L., & Pamidi, N. (2021). Artificial intelligence in medicine: A review of challenges in implementation and disparity. 2021 IEEE International Conference on Health, Instrumentation & Measurement, and Natural Sciences (InHeNce). <https://doi.org/10.1109/inhence52833.2021.9537270>
- [13] Devianto, Y., & Dwiasnati, S. (2020). Kerangka Kerja Sistem Kecerdasan Buatan dalam Meningkatkan Kompetensi Sumber Daya Manusia Indonesia. *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, 10(1), 19. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v10i1.7460>
- [14] Y. Zhang, W. Deng, K. Zheng and X. Lu, "Research Advanced in the Image Segmentation," 2022 International Conference on Applied Physics and Computing (ICAPC), Ottawa, ON, Canada, 2022, pp. 282-289, doi: 10.1109/ICAPC57304.2022.00060.
- [15] Vakalopoulou, M., Christodoulidis, S., Burgos, N., Colliot, O., & Lepetit, V. (2023). Deep learning: Basics and Convolutional neural networks (CNNs). *Machine Learning for Brain Disorders*, 77-115. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-3195-9_3
- [16] Terven, J., Córdova-Esparza, D., & Romero-González, J. (2023). A comprehensive review of YOLO architectures in computer vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 5(4), 1680-1716. <https://doi.org/10.3390/make5040083>
- [17] Sary, I. P., Andromeda, S., & Armin, E. U. (2023). Performance comparison of YOLOv5 and YOLOv8 architectures in human detection using aerial

- images. *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*, 8-13.
<https://doi.org/10.31937/sk.v15i1.3204>
- [18] Guo, Y., Chen, S., Zhan, R., Wang, W., & Zhang, J. (2022). SAR ship detection based on YOLOv5 using CBAM and BiFPN. *IGARSS 2022 - 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*.
<https://doi.org/10.1109/igarss46834.2022.9884180>
- [19] Akyon, F. C., Onur Altinuc, S., & Temizel, A. (2022). Slicing aided hyper inference and fine-tuning for small object detection. *2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*.
<https://doi.org/10.1109/icip46576.2022.9897990>
- [20] Chien, C. T., Ju, R. Y., Chou, K. Y., & Chiang, J. S. (n.d.). YOLOv8-AM: YOLOv8 with attention mechanisms for pediatric wrist fracture detection.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.09329>
- [21] Huang, Z., Wang, J., Fu, X., Yu, T., Guo, Y., & Wang, R. (2020). DC-SPP-YOLO: Dense connection and spatial pyramid pooling based YOLO for object detection. *Information Sciences*, 522, 241-258.
<https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.02.067>
- [22] Wang, W., Chen, J., Huang, Z., Yuan, H., Li, P., Jiang, X., Wang, X., Zhong, C., & Lin, Q. (2023). Improved yolov7-based algorithm for detecting foreign objects on the roof of a subway vehicle. *Sensors*, 23(23), 9440.
<https://doi.org/10.3390/s23239440>
- [23] Luo, Y., & Liu, C. (2023). Improved YOLOv8 detection algorithm for detecting contraband in X-ray security inspection image. *2023 10th International Forum on Electrical Engineering and Automation (IFEEA)*.
<https://doi.org/10.1109/ifeea60725.2023.10429262>
- [24] Zhang, J., Li, C., & Sheng, L. (2023). Transfer learning-based defect detection for natural gas pipelines. *2023 42nd Chinese Control Conference (CCC)*. <https://doi.org/10.23919/ccc58697.2023.10239986>
- [25] Liu, X., Song, L., Liu, S., & Zhang, Y. (2021). A review of deep-learning-Based medical image segmentation methods. *Sustainability*, 13(3), 1224.
<https://doi.org/10.3390/su13031224>

- [26] Ahmadzadeh, A., Kempton, D. J. (2021). Multiscale IOU: A metric for evaluation of salient object detection with fine structures. <https://doi.org/10.1109/icip42928.2021.9506337>
- [27] Park, S. H. (2021). Artificial intelligence for ultrasonography: Unique opportunities and challenges. *Ultrasonography*, 40(1), 3-6. <https://doi.org/10.14366/usg.20078>
- [28] Qiu hao, Z. (2021). Kitchen waste classification based on deep residual network and transfer learning. doi: 10.1109/iscipt53667.2021.00133
- [29] Zamri, F. N., Gunawan, T. S., Yusoff, S. H., Alzahrani, A. A., Bramantoro, A., & Kartiwi, M. (2024). Enhanced small drone detection using optimized YOLOv8 with attention mechanisms. *IEEE Access*, 1-1. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3420730>
- [30] Yang, Z., Zhang, Q., Chen, W., & Chen, C. (2021). PolSAR image classification based on Resblock combined with attention model. 2021 IEEE 6th International Conference on Signal and Image Processing (ICSIP). <https://doi.org/10.1109/icsip52628.2021.9688779>
- [31] Zheng, W., Ren, J., Ke, L., & Shen, Q. (2022). A new visualization-guided attention-resnext network for trash classification. 2022 41st Chinese Control Conference (CCC). <https://doi.org/10.23919/ccc55666.2022.9902651>
- [32] Huang, G., Gong, Y., Xu, Q., Wattanachote, K., Zeng, K., & Luo, X. (2020). A Convolutional attention residual network for stereo matching. *IEEE Access*, 8, 50828-50842. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2980243>
- [33] Ma, J., He, Y., Li, F., Han, L., You, C., & Wang, B. (2024). Segment anything in medical images. *Nature Communications*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-44824-z>
- [34] Pandey, S., Chen, K., & Dam, E. B. (2023). Comprehensive multimodal segmentation in medical imaging: Combining YOLOv8 with SAM and HQ-SAM models. 2023 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW). <https://doi.org/10.1109/iccvw60793.2023.00273>
- [35] Khanuja, R. K. (n.d.). Optimizing e-Commerce product classification using transfer learning. <https://doi.org/10.31979/etd.egyw-ktc5>