

**DETEKSI LUBANG PADA SEPTUM JANTUNG ANAK
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DENGAN ARSITEKTUR YOLO**

SKRIPSI

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



OLEH:

KMS IRWAN GUNAWAN

09011181722077

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

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**Deteksi Lubang Pada Septum Jantung Anak Menggunakan
Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Yolo**

TUGAS AKHIR

**Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1**

Oleh:

**KMS. IRWAN GUNAWAN
09011181722077**

Palembang, Agustus 2021

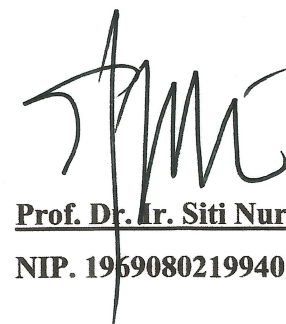
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196908021994012001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Jumat

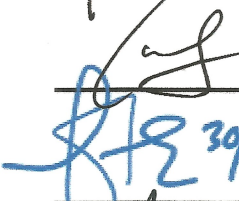
Tanggal : 23 Juli 2021

Tim Penguji :

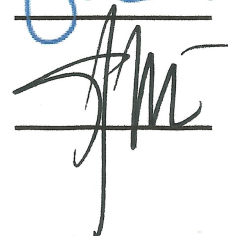
1. Ketua : Sutarno, S.T., M.T.
2. Sekretaris : Iman Saladin B. Azhar, M.MSI.
3. Penguji : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.
4. Pendamping : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.



SUTARNO
Digitized at 08:34:48, 13/08/2021



30/7/2021



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kms. Irwan Gunawan

NIM : 09011181722077

Judul : **Deteksi Lubang Pada Septum Jantung Anak Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Yolo**

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 7%

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



Indralaya, Agustus 2021


Kms. Irwan Gunawan

09011181722077

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Alhamdulillahirabbil'-alamin, puji beserta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena telah melimpahkan taufik, nikmat dan hidayah-Nya yang sangat besar dan tidak pernah berhenti kepada penulis sehingga dapat segera menyelesaikan proposal skripsi ini yang berjudul **“Deteksi Lubang Pada Septum Jantung Anak Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Yolo”**.

Penulis banyak menerima pemikiran dan saran, serta bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, pada kesempatan ini. Oleh karena itu, penulis panjatkan puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu dan ayah tercinta yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang. Terimakasih untuk segala dukungan baik moril maupun materil doa, serta motivasi selama ini.
2. Saudari-saudari yang selalu mendukung penulis dengan dukungan yang sangat dibutuhkan oleh penulis and also the dumpling.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir Penulis.
6. Bapak Firdaus, M.Kom., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
7. Kak Naufal, Mbak Ade, Mbak Annisa, Pak Firdaus dan semua teman-teman yang tergabung dalam grup riset citra ISYSRG BATCH II yang turut membantu memberikan arahan serta nasihat.
8. Adithhia Jovandi, Bima Pratama Anom, Piningit Harun Nasution, Ahmad Afidin, Ribowo Agusti Sunoki serta yang ada di Cuss Kedai sebagai teman yang banyak membantu penulis dalam hal nasihat dan menemani penulis dari awal perkuliahan.

9. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

10. Semua yang telah membantu

Karena penulis menyadari bahwa rencana ini jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Akhirnya, terlepas dari keterbatasannya, penulis berharap penelitian ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi kita.

Palembang, Agustus 2021

Penulis,

Kms. Irwan Gunawan

NIM. 09011181722077

HOLE DETECTION OF SEPTUM DEFECTS IN INFANT USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK WITH YOLO ARCHITECTURE

KMS. IRWAN GUNAWAN (09011181722077)

Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University

Email : irwangunawan228@gmail.com

ABSTRACT

Congenital heart disease is the most common cause of death in developing and developed countries. In the medical world, congenital heart disease can be seen using Ultrasonography (USA). Congenital heart disease is generally a septal defect in the heart (a hole in the heart). The position of the hole in the heart in this study focused on the hole in each class, atrial septal defect (ASD), the hole between the right and left atria. Ventricular septal defect (VSD) is a hole between the right and left ventricles. Atrioventricular septal defect (AVSD) is a hole above OF below the valve. The method used is You Only Look Once (YOLO). The best model is Obtained by setting the learning rate, epoch and batch size that has been increased, from the best model the results are obtained for ASD with IoU 68.06%, Map 92.48%, VSD with IoU 51.70%, Map 64.83%, and AVSD with IoU 41.08 % , Map 48.09%.

Keywords : *Object Detection, You Only Look Once*

DETEKSI LUBANG PADA SEPTUM JANTUNG ANAK MENGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR YOLO

KMS. IRWAN GUNAWAN (09011181722077)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : irwangunawan228@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit jantung bawaan adalah penyakit yang menyebabkan kematian paling umum pada negara berkembang dan maju. Dalam dunia medis penyakit jantung bawaan bisa dilihat menggunakan Ultrasonografi (USG). Penyakit jantung bawaan umumnya adalah Cacat septum pada jantung (lubang pada jantung). Posisi lubang pada jantung pada penelitian ini terfokus pada lubang setiap kelasnya, atrial septal defect (ASD) lubang yang berada diantara atrium kanan dan kiri. Ventricular septal defect (VSD) lubang yang ada diantara ventrikel kanan dan kiri. Atrioventricular septal defect (AVSD) lubang yang berada di atas maupun di bawah katub. Metode yang digunakan adalah You Only Look Once (YOLO). Model terbaik didapatkan dengan mengatur learning rate, epoch dan batch size yang telah di tingkatkan, dari model yang terbaik didapatkan hasil untuk ASD dengan IoU 68.06%, Map 92.48%, VSD dengan IoU 51.70%, Map 64.83%, dan AVSD dengan IoU 41.08 % , Map 48.09%.

Kata Kunci : *Object Detection, You Only Look Once*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.4. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Penyakit Jantung Bawaan.....	4
2.1.1. Ventrikel Septal Defect (VSD)	4
2.1.2. Atrial Septal Defect (ASD)	5
2.1.3. Atrioventricular Septal Defect (AVSD).....	5
2.2. Ultrasonography	6
2.3. Artificial Intelligence (AI).....	7

2.4.	Deep Learning	7
2.5.	Convolutional Neural Network	7
2.6.	Object Detection.....	8
2.7.	You Only Look Once	8
2.8.	Pra-pengolahan Data	10
2.9.	Pelatihan data	11
2.10.	Validasi Performa.....	11
2.10.1.	Mean Average Precission (mAP).....	11
2.10.2.	Intersection Over Union (IoU).....	11
2.10.3.	Precision.....	12
2.10.4.	Recall (Sensitivitas)	12
2.10.5.	F1-Score	13
BAB III METODOLOGI		14
3.1.	Pendahuluan	14
3.2.	Kerangka Kerja.....	14
3.3.	Pengambilan Dataset	15
3.4.	Pre-processing Data.....	17
3.4.1.	Konversi Video ke Image.....	18
3.4.2.	Seleksi Data.....	18
3.4.3.	Anotasi Data.....	20
3.4.4.	Konversi xml ke txt.....	22
3.5.	Metode YOLO.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1.	Pendahuluan	25
4.2.	Hasil Deteksi YOLO V4	25

4.2.1.	Hasil Deteksi Model 1 YOLO V4.....	25
4.2.2.	Hasil Deteksi Model 2 YOLO V4.....	27
4.2.3.	Hasil Deteksi Model 3 YOLO V4.....	28
4.2.4.	Hasil Deteksi Model 4 YOLO V4.....	30
4.2.5.	Hasil Deteksi Model 5 YOLO V4.....	31
4.3.	Hasil Deteksi Cacat Septum	33
4.3.1	Hasil Deteksi Cacat Septum pada Model 1 Unseen	40
4.3.2	Hasil Deteksi Cacat Septum pada Model 2 Unseen	42
4.3.3	Hasil Deteksi Cacat Septum pada Model 3 Unseen	44
4.4.	Hasil Visual Deteksi Cacat Septum pada Jantung Anak.....	39
4.5.	Hasil Deteksi Data Intra Pasien.....	41
4.6.	Hasil Testing Data Inter Pasien Unseen	42
4.7.	Analisa.....	47
BAB V KESIMPULAN		48
5.1	Kesimpulan.....	48
DAFTAR PUSTAKA		49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ventrikel Septal Defect (VSD).....	4
Gambar 2.2 Atrial Septal Defect (ASD).....	5
Gambar 2.3 Atrioventricular Septal Defect (AVSD)	6
Gambar 2.4 Arsitektur YoLO V4[21]	10
Gambar 3.1 Kerangka Kerja.....	15
Gambar 3.2 Flowchart Preprocessing Data	17
Gambar 3.3 Konversi Video ke Gambar	18
Gambar 3.4 Anotasi Data Atrial Septal Defect (ASD).....	21
Gambar 3.5 Anotasi Data Vetricral Septal Defect (VSD)	21
Gambar 3.6 Anotasi Data Atrioventricular Septal Defect (AVSD)	22
Gambar 4.1 Grafik Loss model 1	26
Gambar 4.2 Grafik Loss model 2	28
Gambar 4.3 Grafik Loss model 3	29
Gambar 4.4 Grafik Loss model 4	31
Gambar 4.5 Grafik Loss model 5	32
Gambar 4.6 Grafik Loss model 1 Unseen	35
Gambar 4.7 Grafik Loss model 2 Unseen	37
Gambar 4.8 Grafik Loss model 3 Unseen	39
Gambar 4.9 Hasil visual deteksi objek	40
Gambar 4.10 Hasil visual terdeteksi.....	42
Gambar 4.11 Hasil visual tidak terdeteksi.....	42
Gambar 4.12 Hasil visual terdeteksi ASD Unseen.....	44
Gambar 4.13 Hasil visual Tidak terdeteksi ASD Unseen	44
Gambar 4.14 Hasil visual terdeteksi AVSD Unseen.....	45
Gambar 4.15 Hasil visual Tidak terdeteksi AVSD Unseen.....	45
Gambar 4.16 Hasil visual terdeteksi VSD Unseen.....	46
Gambar 4.17 Hasil visual Tidak terdeteksi VSD Unseen	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Deskripsi Dataset	16
Tabel 3.2 Deskripsi data Training	19
Tabel 3.3 Deskripsi Data Training inter pasien	20
Tabel 3.4 Deskripsi Data Training intra pasien	20
Tabel 3.5 Proses Algoritma YOLO	23
Tabel 4. 1 Hasil Evaluasi model 1	26
Tabel 4. 2 Hasil Evaluasi model 2	27
Tabel 4. 3 Hasil Evaluasi model 3	29
Tabel 4. 4 Hasil Evaluasi model 4	30
Tabel 4. 5 Hasil Evaluasi model 5.....	32
Tabel 4. 6 Validasi Training model 3 unseen	33
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi model 1 Pada Intra Pasien	34
Tabel 4. 8 Hasil Evaluasi model 1 Pada Inter Pasien	35
Tabel 4. 9 Hasil Evaluasi model 2 Pada Intra Pasien	36
Tabel 4. 10 Hasil Evaluasi model 2 Pada Inter Pasien	36
Tabel 4. 11 Hasil Evaluasi model 3 Pada Intra Pasien	38
Tabel 4. 12 Hasil Evaluasi model 3 Pada Inter Pasien	38
Tabel 4. 13 Hasil Deteksi Intra Pasien	41
Tabel 4. 14 Hasil Testing data inter pasien yang tidak dipilih	43
Tabel 4. 15 Hasil Testing data inter pasien yang dipilih	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manusia sejak lahir memiliki berbagai organ vital di dalam tubuhnya, salah satu organ penting ialah jantung. Jantung memiliki fungsi yang sangat penting pada kehidupan manusia, fungsi utama jantung ialah memompa darah ke seluruh tubuh, darah tersebut kaya akan oksigen dan nutrisi, dan fungsi lainnya dari jantung menghilangkan sisa-sisa metabolisme[1]. Anak yang lahir tidak semuanya memiliki jantung normal, ada yang lahir dengan penyakit jantung bawaan salah satunya yaitu adanya lubang pada jantung (cacat septum)[1].

Cacat septum pada jantung umumnya ada tiga macam ialah, Atrial Septal Defect (ASD), Ventricular Septal Defect (VSD), Atrioventricular Septal Defect (AVSD). ASD adalah kondisi jantung di mana lubang membagi atrium kiri dan kanan, memungkinkan oksigen mengalir ke atrium kanan, bukan ventrikel kiri. VSD adalah defek septum intraventrikular yang terjadi antara dinding ventrikel kiri dan kanan[1]. Defek septum atrioventrikular (AVSD) adalah suatu kondisi yang ditandai dengan adanya celah antara ventrikel dan atrium. [2].

Deteksi objek adalah proses mengidentifikasi sesuatu dengan cepat dan tepat. Metode You Only Look Once (YOLO) adalah salah satu dari beberapa pendekatan untuk mendeteksi objek. Ini dapat digunakan untuk deteksi objek serta identifikasi yang lebih cepat dan akurasi yang tinggi[3]. YOLO memiliki versi. Perkembangan setiap versi sangat signifikan pada perbandingan algoritma nya.

YOLO v4 merupakan pengembangan dari YOLO v3. Dibandingkan dengan YOLO v3, YOLO v4 memperkenalkan peningkatan data mosaik, tulang punggung, pelatihan jaringan, fungsi aktivasi dan fungsi kerugian dioptimalkan dalam pemrosesan data. Dalam algoritma pendeteksian, yang membuat YOLO v4 lebih cepat dan mencapai keseimbangan terbaik antara presisi dan kecepatan[4].

Berdasarkan penjelasan diatas maka dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membuat Deteksi Lubang Pada Septum Jantung Anak Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Yolo.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendeteksi dan menganalisa letak lubang (defect septum) diantaranya Atrial Septal Defect (ASD), Ventricle Septal Defect (VSD), Atrioventricular Septal Defect (AVSD) pada jantung anak menggunakan YOLO v4 untuk menampilkan hasil yang terbaik
2. Mengukur kinerja evaluasi deteksi pada photo jantung anak, diukur menggunakan *metric evaluation* yang terdiri dari IoU (*Intersection Over Union*), dan mAP (*Mean Average Precision*), Precision, Recall, dan F1-Score.

1.3. Rumusan dan Batasan Masalah

Ada banyak rumusan masalah dalam penelitian ini berdasarkan konteks yang telah disajikan, yaitu: “bagaimana melakukan pendeteksian lubang jantung janin menggunakan arsitektur YOLO Versi 4?”. Dari rumusan masalah ini dapat diuraikan menjadi:

1. Bagaimana cara melakukan deteksi dengan menggunakan arsitektur YOLO (You Only Look Once)?
2. Bagaimana cara menghitung evaluasi pada photo jantung anak berdasarkan parameter metrics evaluation yang terdiri dari Iou (*Intersection Over Union*), dan Map (Mean Average Precision)

1.4. Sistematika Penulisan

Penulisan secara sistematis dibuat untuk membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini dan untuk memperjelas isi dari setiap bab dalam Tugas Akhir ini:

BAB I – PENDAHULUAN

Pada Bab I berisikan Latar Belakang Masalah, Tujuan dan Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan dari penelitian yang telah diselesaikan dibahas dalam bab ini sebagai landasan penelitian.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 menjelaskan dasar teori yang menunjang pembahasan dari penelitian ini. Dasar teori ini berisikan tentang literatur tentang Penelitian sebelumnya, USG, Jantung, *Screening View* pada jantung janin, *Deep learning*, dan arsitektur model deteksi.

BAB III – METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga ini menjelaskan bagaimana penelitian ini dilakukan yang dimulai dari pra-pengolahan data dan bagaimana metode mempelajari data.

BAB IV – HASIL DAN ANALISIS

Bab 4 menjelaskan tentang hasil dan analisis mengenai deteksi cacat septum pada jantung anak menggunakan arsitektur YOLO Versi 4.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 membahas kesimpulan tentang hasil dari implementasi menggunakan arsitektur YOLO Versi 4 untuk deteksi cacat septum pada jantung anak. Bab ini juga akan berisi saran-saran yang dapat digunakan untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Amin, Herianto, N. Arfian, and P. P. Gharini, "REPLIKASI ANATOMI JANTUNG PADA PASIEN PENDERITA VENTRICLE SEPTUM DEFECT (VSD) DENGAN 3D PRINTING Abstrak," *Pros. Semin. Nas. Energi dan Teknol.*, no. July, pp. 374–380, 2017.
- [2] B. Yurizali and A. Hanif, "Complete Atrioventricular Septal Defects Dengan Polisitemia Sekunder," *J. Kesehat. Andalas*, vol. 8, no. 2, p. 444, 2019, doi: 10.25077/jka.v8i2.1023.
- [3] K. A. Shianto, K. Gunadi, and E. Setyati, "Deteksi Jenis Mobil Menggunakan Metode YOLO Dan Faster R-CNN," *J. Infra*, vol. 7, no. 1, pp. 157–163, 2019.
- [4] D. Wu, S. Lv, M. Jiang, and H. Song, "Using channel pruning-based YOLO v4 deep learning algorithm for the real-time and accurate detection of apple flowers in natural environments," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 178, no. July, p. 105742, 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105742.
- [5] M. M. Djer and B. Madiyono, "Tatalaksana Penyakit Jantung Bawaan," *Sari Pediatr.*, vol. 2, no. 3, p. 155, 2016, doi: 10.14238/sp2.3.2000.155-62.
- [6] W. L. Patrick, R. D. Mainwaring, O. Reinhartz, R. Punn, T. Tacy, and F. L. Hanley, "Major Aortopulmonary Collateral Arteries With Anatomy Other Than Pulmonary Atresia/Ventricular Septal Defect," *Ann. Thorac. Surg.*, vol. 104, no. 3, pp. 907–916, 2017, doi: 10.1016/j.athoracsur.2017.02.029.
- [7] M. G. Linguraru, A. Kabla, N. V. Vasilyev, P. J. Del Nido, and R. D. Howe, "Real-time block flow tracking of atrial septal defect motion in 4D cardiac ultrasound," *2007 4th IEEE Int. Symp. Biomed. Imaging From*

- Nano to Macro - Proc.*, pp. 356–359, 2007, doi:
10.1109/ISBI.2007.356862.
- [8] T. C. Turner, G. Means, T. Weickert, and J. P. Vavalle, “The role of real time 3D-transesophageal echocardiography for safe and successful atrial septal defect closure,” *J. Xiangya Med.*, vol. 4, pp. 19–19, 2019, doi:
10.21037/jxym.2019.03.03.
- [9] A. Miller, C. Siffel, C. Lu, T. Riehle-Colarusso, J. L. Frías, and A. Correa, “Long-Term Survival of Infants with Atrioventricular Septal Defects,” *J. Pediatr.*, vol. 156, no. 6, pp. 994–1000, 2010, doi:
10.1016/j.jpeds.2009.12.013.
- [10] M. D. Quartermain, “Performance of a Pediatric Echocardiogram,” pp. 85–90, 2018.
- [11] K. Lalchandani and K. Lalchandani, “Basics of Ultrasound,” *Appl. Ultrasound Anesth. A Handb.*, pp. 1–1, 2018, doi:
10.5005/jp/books/14204_2.
- [12] J. Mata *et al.*, “Artificial intelligence (AI) methods in optical networks: A comprehensive survey,” *Opt. Switch. Netw.*, vol. 28, pp. 43–57, 2018, doi:
10.1016/j.osn.2017.12.006.
- [13] Z. Q. Zhao, P. Zheng, S. T. Xu, and X. Wu, “Object Detection with Deep Learning: A Review,” *IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst.*, vol. 30, no. 11, pp. 3212–3232, 2019, doi: 10.1109/TNNLS.2018.2876865.
- [14] A. R. Pathak, M. Pandey, and S. Rautaray, “Application of Deep Learning for Object Detection,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 132, no. Iccids, pp. 1706–1717, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.05.144.

- [15] R. Chauhan, K. K. Ghanshala, and R. C. Joshi, "Convolutional Neural Network (CNN) for Image Detection and Recognition," *ICSCCC 2018 - 1st Int. Conf. Secur. Cyber Comput. Commun.*, pp. 278–282, 2018, doi: 10.1109/ICSCCC.2018.8703316.
- [16] A. Corovic, V. Ilic, S. Duric, M. Marijan, and B. Pavkovic, "The Real-Time Detection of Traffic Participants Using YOLO Algorithm," *2018 26th Telecommun. Forum, TELFOR 2018 - Proc.*, 2018, doi: 10.1109/TELFOR.2018.8611986.
- [17] G. Li, Z. Song, and Q. Fu, "A New Method of Image Detection for Small Datasets under the Framework of YOLO Network," *Proc. 2018 IEEE 3rd Adv. Inf. Technol. Electron. Autom. Control Conf. IAEAC 2018*, no. Iaeac, pp. 1031–1035, 2018, doi: 10.1109/IAEAC.2018.8577214.
- [18] B. M. Faria, L. P. Reis, N. Lau, and G. Castillo, "Machine Learning algorithms applied to the classification of robotic soccer formations and opponent teams," *2010 IEEE Conf. Cybern. Intell. Syst. CIS 2010*, pp. 344–349, 2010, doi: 10.1109/ICCIS.2010.5518540.
- [19] I. A. Stmik and I. Gorontalo, "Pra-Pengolahan Data Dan Penerapan Teknik Dimension Reduction Menggunakan Algoritma Principal Component Analysis (Pca) Pada Data High-Dimensional Biomedical."
- [20] H. Rahmat, "Analisis Perbandingan Kinerja Algoritme Object Detection Berbasis Deep Learning pada Perangkat Komputasi Terbatas (Studi Kasus: Deteksi Kelainan Daun Tanaman Melon)," *Skripsi*, 2021.
- [21] M. S. Journal, "Machine Learning- The Tool For Future," vol. IX, no. Vi, pp. 5981–5984.

- [22] A. Dey, “Machine Learning Algorithms: A Review,” *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 7, no. 3, pp. 1174–1179, 2016, [Online]. Available: www.ijcsit.com.
- [23] E. Breck, S. Cai, E. Nielsen, M. Salib, and D. Sculley, “What’s your ML Test Score? A rubric for ML production systems,” *Proc. 30th Conf. Neural Inf. Process. Syst.*, no. Nips, 2016.
- [24] H. Rezaatofghi, N. Tsoi, J. Y. Gwak, A. Sadeghian, I. Reid, and S. Savarese, “Generalized intersection over union: A metric and a loss for bounding box regression,” *arXiv*, pp. 658–666, 2019.