

**DETEKSI CACAT SEPTUM PADA JANTUNG JANIN
SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN
ARSITEKTUR MASK-RCNN**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

ADITHIA JOVANDY

09011181722012

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**DETEKSI CACAT SEPTUM PADA JANTUNG JANIN
SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN ARSITEKTUR
MASK-RCNN**

TUGAS AKHIR

**Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1**

Oleh

**Adithia Jovendy
09011181722012**

Indralaya, 4 Mei 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



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

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

HALAMAN PERSETUJUAN

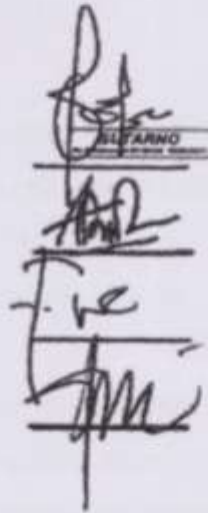
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 20 April 2020

Tim Penguji :

1. Ketua : Sutarno, S.T., M.T.
2. Sekretaris : Aditya P. P. Prasetyo, S.Kom., M.T.
3. Penguji : Firdaus, S.T., M.Kom.
4. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.



Handwritten signatures of the examiners and a stamp. The stamp is a rectangular box with the name 'SUTARNO' and other illegible text inside.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adithia Jovandy
NIM : 090111811722012
Judul : Deteksi Cacat Jantung Septum Pada Jantung Janin Secara Real – Time Menggunakan Arsitektur Mask-RCNN

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 13 %

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 tidak dipaksakan.



Indralaya, Mei 2021



09011181722012

Adithia Jovandy

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Alhamdulillahrabbi'l'amin, puji beserta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, taufik, dan hidayah-Nya yang sangat besar dan tidak pernah berhenti kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini yang berjudul **“Deteksi Cacat Septum Pada Jantung Janin Secara Real-Time Menggunakan Arsitektur MASK-RCNN ”**.

Pada kesempatan kali ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan hati yang tulus mengucapkan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Orang tua saya 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 Ahmad Zarkasi, M.T., 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. Muhammad Hanif Habibie Supriansyah sebagai teman yang banyak membantu penulis dalam hal nasihat dan menemani penulis dari awal perkuliahan.
9. Gebetan – gebetan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu karena udah aku bikin nyaman 😊.
10. Semua pihak yang telah membantu

Penulis menyadari bahwa Proposal ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari. Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga laporan ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Maret 2020
Penulis,

Adithia Jovandy
NIM. 09011181722012

REAL-TIME DETECTION OF SEPTUM DEFECT IN FETUS HEART USING MASK MASK-RCNN ARCHITECTURE

ADITHIA JOVANDY (09011181722012)

Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University

Email : adithia88888@gmail.com

ABSTRACT

Congenital heart disease (CHD) or often referred to as congenital heart disease is a disease that causes the most common morbidity of death in developing and developed countries. Congenital heart defects have a mortality prevalence of between 5 and 9 in 1000 births, heart defects often occur in the first year of birth. In the medical world, the state of the heart can be detected through Ultrasonography (USG). The position of the hole in the heart in this study focused on the hole in each class, the atrial septal defect (ASD), the hole that is between the right and left atria. Furthermore, the ventricular septal defect (VSD) is the hole between the right and left ventricles, and the hole between the ASD and VSD is an atrioventricular septal defect (AVSD). The method used is object detection and segmentation of the Mask-RCNN architecture with a convolutional Neural network (CNN). The backbone used in this research is Resnet50 and Resnet101. The best model is obtained by adjusting the learning rate, epoch and batch size which has been increased, from the best model is obtained by using the resnet50 backbone with a Map value of 47%, IoU of 65%, Dsc of 71% and FPS of 10

Keywords : *Real-Time detection, Fetus heart, Convolutional Neural Network, Mask-RCNN.*

DETEKSI CACAT SEPTUM PADA JANTUNG JANIN SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN ARSITEKTUR MASK-RCNN

Adithia Jovandy (09011181722012)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : Adithia88888@gmail.com

ABSTRAK

Congenital heart disease (CHD) atau sering disebut dengan penyakit jantung bawaan adalah penyakit yang menyebabkan morbiditas kematian paling umum pada negara berkembang dan maju. Cacat jantung kongenital memiliki prevalasi kematian antara 5 sampai 9 dari 1000 jumlah kelahiran, cacat jantung sering terjadi pada tahun pertama kelahiran. Dalam dunia medis keadaan jantung dapat dideteksi melalui *Ultrasonography* (USG). Posisi lubang pada jantung pada penelitian ini terfokus pada lubang setiap kelasnya, atrial septal defect (ASD) lubang yang berada diantara atrium kanan dan kiri. Selanjutnya ventricular septal defect (VSD) lubang yang ada diantara ventrikel kanan dan kiri, dan lubang yang berada diantara ASD dan VSD adalah atrioventrikular septal defect (AVSD). Metode yang digunakan adalah deteksi objek dan segmentasi arsitektur Mask-RCNN dengan *convolutional Neural network* (CNN). *Backbone* yang digunakan pada penelitian adalah Resnet50 dan Resnet101. Model terbaik didapatkan dengan mengatur learning rate, epoch dan batch size yang telah di tingkatkan, dari model yang terbaik didapatkan dengan menggunakan backbone resnet50 dengan nilai Map 47%, IoU sebesar 65%, Dsc sebesar 71% dan FPS sebesar 10

Kata Kunci : *Real-Time detection, Fetus heart, Convolutional Neural Network, Mask-RCNN.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	9
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.2.1. Tujuan	3
1.2.2. Manfaat	3
1.3. Rumusan dan Batasan Masalah	4
1.4. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penyakit Jantung Bawaan.....	6
2.1.1 Atrioventricular Septal Defect	6
2.1.2 Atrial Septal Defect.....	7
2.1.3 Ventricular Septal Defect.....	7
2.1.4 Normal	8
2.2. Cara Pandang Bilik Jantung Dengan Ultrasonography	9
2.3. Citra Digital	11
2.3.1 Citra Biner.....	12
2.3.2 Citra Skala keabuan	12

2.3.3 Citra Skala RGB.....	13
2.4. <i>Artificial Intelligence</i> (AI).....	14
2.5. Machine Learning.....	14
2.5.1 Tipe data.....	15
2.5.2 Pra-pengolahan Data	15
2.5.3 Pelatihan Data	16
2.6. Validasi performa	16
2.6.1 Intersection Over Union (IoU).....	16
2.6.2 Presisi	17
2.6.3 Recall	17
2.6.4 Mean Average Precesion (mAP).....	17
2.6.5 Dice Similarity Coefficients (DSC).....	18
2.6.6 Frame per Second (FPS)	18
2.7 Plotting Loss Akurasi dan Validasi	19
2.7.1 Overfitting.....	19
2.7.2 Underfitting.....	19
2.8 Deep Learning (DL) Pada Video Jantung Janin.....	<u>20</u>
2.9 Convolutional Neural Networks (CNN).....	20
2.10 Lapisan Convolutional Neural Networks (CNN)	20
2.11 Instance Segmentation.....	21
2.12 Pendeteksian Video Secara Real Time.....	22
2.13 Augmentasi Video fetal.....	22
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	<u>23</u>
3.1. Pendahuluan	23
3.2. Kerangka Kerja.....	23
3.3. Pengambilan Dataset	24

3.4.	Pra-Pengolahan.....	25
3.4.1	Input Video	26
3.4.2	Konversi Ukuran Video	26
3.4.3	Seleksi Data dan Pembagian Data	27
3.4.4	Anotasi data	27
3.4.5	Augmentasi Data.....	28
3.4.5.1	Clah (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization)	28
3.4.5.2	Median bluring.....	28
3.5.	Instance Segmentation.....	29
3.5.1	Fitur Ekstraksi	30
3.5.2	Region Proposal Network (RPN).....	31
3.5.3	Fully Convolutional Network (FCN).....	33
3.5.4	Instance Segmentation dengan Mask-RCNN	35
3.6.	Visualisasi Plotting pada Instance Segmentation	35
3.6.1	Epoch loss	36
3.6.2	Mrcnn Class loss	36
3.6.3	Rpn Bbox Loss.....	36
3.6.4	Mrcnn Bbox Loss.....	36
3.6.5	Mrcnn Mask Loss	36
3.6.6	Rpn Class Loss.....	37
3.7.	Real Time Processing	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Pendahuluan	39
4.2	Hasil Instance segmentation Defect Septum dengan Mask-RCNN	40
4.2.1	Hasil Instance Segmentation Defect Septum dengan Model 1 Mask-RCNN Tertutup.....	40

4.2.2 Hasil Instance segmentation Defect Septum dengan Model 2 Mask-RCNN Tertutup.....	41
4.2.3 Hasil Instance segmentation Defect Septum dengan Model 3 Mask-RCNN Tertutup.....	42
4.2.4 Hasil Instance segmentation Defect Septum dengan Model 4 Mask-RCNN Tertutup.....	44
4.3 Hasil Visual Instace Segmentation.....	46
4.4 Hasil FPS Instance Segmentation.....	49
4.5 Hasil Deteksi Kelas Pada Setiap FPS.....	50
4.6 Analisa.....	51
BAB V KESIMPULAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Congenital heart disease (CHD) atau sering disebut dengan penyakit jantung bawaan adalah penyakit yang menyebabkan morbiditas kematian paling umum pada negara berkembang dan maju[1]. Cacat jantung kongenital memiliki prevalasi kematian antara 5 sampai 9 dari 1000 jumlah kelahiran, cacat jantung sering terjadi pada tahun pertama kelahiran[2]. Posisi lubang pada jantung janin terjadi pada tiga tempat, yaitu atrial septal defect (ASD) lubang yang berada diantara atrium kanan dan kiri. Selanjutnya ventricular septal defect (VSD) lubang yang ada diantara ventrikel kanan dan kiri, dan lubang yang berada diantara ASD dan VSD adalah atrioventrikular septal defect (AVSD)[3]. Cacat lubang pada jantung janin dapat didiagnosis lebih baik dengan menggunakan skrining PJB, proses ini menggunakan perangkat *Ultrasonography* (USG)[4].

Ultrasonography (USG) merupakan teknik pencitraan medis yang dapat memperluas penglihatan manusia, USG berkerja dengan mengambil gelombang suara kemudian mengubah kedalam bentuk visual. Teknologi ini juga memungkinkan melihat struktur yang sangat kecil, seperti jantung janin, sehingga sangat berperan penting dalam diagnosis penyakit[5]. Pada USG jantung janin memiliki beberapa sudut pandang seperti, Four Chamber View (FCV), Left Ventricular Outflow Tract (LVOT), Right Ventricular Outflow Tract (RVOT), dan Three Vessel of Trachea (TVT). Pemeriksaan jantung dengan sudut pandang *four chamber view* (4CV) memungkinkan untuk mendeteksi banyak kelainan jantung bawaan. Umumnya kelainan jantung dilihat dari ukuran, posisi spasial, duktus arteriosus, lengkungan aorta, vena kava superior, trakea serta lubang yang sangat membantu untuk menentukan kecacatan jantung[6].

Pada *Ultrasonography* janin masih sulit untuk melakukan diagnosis jika didalam gambarnya memiliki banyak gangguan (noise), Hal ini merusak kualitas

suatu gambar. Keterbatasan potensial manusia dalam pemeriksaan ultrasound secara manual juga dapat mengurangi akurasi pendeteksian, faktornya seperti kelelahan, variabilitas proses pengamatan dan interpretasi yang memakan waktu sangat lama. Selain itu, cacat lubang pada jantung relatif memiliki ukuran yang kecil sehingga sulit untuk dilihat dengan penglihatan mata biasa. Oleh karena itu deteksi otomatis pada video cacat lubang jantung janin berkualitas rendah perlu dilakukan penelitian yang mendalam[7]. Salah satu cara untuk meningkatkan akurasi pendeteksian dapat menggunakan Artificial intelligence (AI).

Proses untuk meningkatkan akurasi diagnosis dapat menggunakan Artificial intelligence (AI) dimana proses ini harus dilakukan evaluasi klinis lebih lanjut oleh ahlinya seperti dokter kandungan, genetika dan ekokardiografi janin. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan informasi yang bisa digunakan dan menjadi sebagai parameter spesifik untuk diagnosis PJB yang kemudian akan dijadikan suatu mesin.[8]

Artificial intelligence (AI) dapat membantu proses diagnosis dengan meniru kecerdasan manusia. Dasar dari AI sendiri ialah Machine Learning yang kemudian ditingkatkan berselang perkembangan waktu. Pembelajaran yang lebih mendalam dalam AI disebut dengan deep learning (DL), dengan DL metode akan mempelajari data lebih dalam dan kompleks sehingga akan mendapatkan pola yang lebih akurat untuk mendiagnosis PJB[9].

Deep learning atau sering disebut dengan pembelajaran mendalam, merupakan pengembangan dari jaringan syaraf tiruan yang memiliki lapisan lebih banyak. DL menggunakan metadata sebagai data training kemudian akan diolah menggunakan sejumlah lapisan tersembunyi (hidden layer) transformasi non linier tersebut akan menghitung data masukan dan membuat pola untuk data hasil. Hal yang unik pada deep learning adalah fitur ekstraksi sudah terekstrasi secara otomatis [10]. DL juga mampu membantu para ahli medis untuk mendiagnosa secara akurat dan lebih cepat, arsitektur yang paling umum digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN)[11].

Convolutional Neural Network (CNN) memiliki banyak keunggulan dalam proses pengolahan terkhusus di citra medis yang memiliki kualitas gambar rendah

dan tidak memiliki bentuk tetap (unstructure), keunggulan CNN lainnya adalah memiliki beragam ekstraksi fitur (backbone) sehingga lebih mudah untuk mendapatkan model terbaik. Oleh karena itu CNN banyak digunakan untuk mengekstraksi suatu fitur gambar yang dihasilkan dalam bentuk feature maps[12]. Feature maps ini banyak digunakan didalam sebuah arsitektur salah satunya Mask-RCNN.

Mask-RCNN adalah suatu arsitektur yang dapat mendeteksi dan mensegmentasi gambar sekaligus. Arsitektur ini merupakan gabungan antara Faster-RCNN dan FCN. Feature maps akan digunakan sebagai input untuk FCN, Kemudian menghasilkan nilai matriks. Nilai inilah yang akan membentuk masking pada objek, sedangkan bounding box didapatkan dari arsitektur Faster-RCNN. Dari penjelasan diatas penelitian ini akan mengusulkan deteksi dan segmentasi pada defect septum jantung janin dari citra ultrasound basis video 2D berkualitas rendah dengan pendekatan instance segmentation berbasis deep learning menggunakan arsitektur Mask-RCNN[12].

1.2. Tujuan dan Manfaat

1.2.1. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membangun proses Segmentasi dan deteksi menggunakan CNN berbasis Mask-RCNN
2. Mengukur kinerja evaluasi segmentasi dan deteksi pada video jantung janin, yang akan diukur menggunakan *metric evaluation* yang terdiri dari IoU (*Intersection Over Union*) mAP (*Mean Average Precision*), Dice Similiarity Coeficient (DSC) dan FPS (*Frame per second*).

1.2.2. Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat membantu para tenaga medis untuk mendeteksi dan segmentasi bagian jantung janin.
2. Sebagai referensi pembelajaran untuk para akademisi dan peneliti dalam bidang citra dan kesehatan, terutama pada pengolahan Citra digital (*Computer Vision*).

1.3. Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka terdapat beberapa perumusan masalah pada penelitian ini yaitu “bagaimana melakukan segmentasi dan deteksi bagian jantung janin menggunakan arsitektur Mask-RCNN?”. Dari rumusan masalah ini dapat diuraikan menjadi :

1. Bagaimana melakukan pra-pengolahan data video jantung janin ?
2. Bagaimana melakukan segmentasi dan deteksi menggunakan arsitektur Mask-RCNN?
3. Bagaimana menghitung evaluasi pada video jantung janin berdasarkan parameter FPS (*frame rate per second*) dan metrics evaluation yang terdiri dari Iou (*Intersection Over Union*), Dice Similiarity Coeficient (DSC) dan Map (Mean Average Precesion)

1.4. Sistematika Penulisan

Dalam mempermudah penyusunan Tugas Akhir ini dan juga membuat isi dari setiap bab yang ada pada Tugas Akhir ini lebih jelas, maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I – PENDAHULUAN

Sebagai pondasi penelitian, bab ini membahas tentang Latar Belakang Masalah, Tujuan dan Manfaat, Perumusan dan Batasan Masalah, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan dari penelitian yang dilakukan.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III – METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV – HASIL DAN ANALISIS

Pada Bab keempat menjelaskan tentang hasil dan analisis mengenai deteksi dan segmentasi bagian jantung four chamber view *Ultrasonography* (USG) pada jantung janin menggunakan arsitektur Mask-RCNN.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab kelima berisi kesimpulan mengenai hasil dari implementasi metode *Deep Learning* dengan arsitektur Mask-RCNN untuk deteksi bagian jantung *four chamber view Ultrasonography* (USG) pada jantung janin. Pada bab ini juga akan berisi saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Movahed, G. Gnanasegaran, J. R. Buscombe, and M. Hall, “Integrating cardiology for nuclear medicine physicians: A guide to nuclear medicine physicians,” *Integr. Cardiol. Nucl. Med. Physicians A Guid. to Nucl. Med. Physicians*, no. October 2015, pp. 1–544, 2009, doi: 10.1007/978-3-540-78674-0.
- [2] E. Orlandi, C. Rossi, A. Perino, G. Musicò, and F. Orlandi, “Simplified first-trimester fetal cardiac screening (four chamber view and ventricular outflow tracts) in a low-risk population,” *Prenat. Diagn.*, vol. 34, no. 6, pp. 558–563, 2014, doi: 10.1002/pd.4348.
- [3] A. J. Weinhaus and K. P. Roberts, “Anatomy of the human heart,” *Handb. Card. Anatomy, Physiol. Devices Second Ed.*, pp. 59–85, 2005, doi: 10.1007/978-1-60327-372-5_5.
- [4] P. Ultrasonography, “Point-of-Care Ultrasonography,” pp. 749–757, 2011.
- [5] R. Sonia and V. Shanthi, “Image classification for ultrasound fetal images with increased nuchal translucency during first trimester using SVM classifier,” *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 2, pp. 113–121, 2015, doi: 10.19026/rjaset.9.1385.
- [6] A. Weissmann-Brenner, D. H. Pretorius, R. Achiron, and L. Gindes, “Fetal echocardiography: The four-chamber view, the outflow tracts, and the contribution of the cardiac arches,” *Ultrasound Clin.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 2012, doi: 10.1016/j.cult.2011.08.005.
- [7] C. Siemens *et al.*, “Basics ofUltrasound,” no. May 2013, pp. 3–5, 2014, doi: 10.1007/978-3-540-72718-7.
- [8] M. S. Journal, “Machine Learning- The Tool For Future,” vol. IX, no. Vi,

pp. 5981–5984.

- [9] T. Lüddecke, A. Agostini, M. Fauth, M. Tamosiunaite, and F. Wörgötter, “Distributional semantics of objects in visual scenes in comparison to text,” *Artif. Intell.*, vol. 274, pp. 44–65, 2019, doi: 10.1016/j.artint.2018.12.009.
- [10] C. Reviews, “Prediction of Cardiovascular Disease using Machine Learning Algorithms,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 2404–2414, 2020, doi: 10.35940/ijeat.b3986.029320.
- [11] S. Sumahasan, “Object Detection using Deep Learning Algorithm CNN,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 7, pp. 1578–1584, 2020, doi: 10.22214/ijraset.2020.30594.
- [12] K. He, G. Gkioxari, P. Dollár, and R. Girshick, “Mask R-CNN,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 42, no. 2, pp. 386–397, 2020, doi: 10.1109/TPAMI.2018.2844175.
- [13] V. Rawat, A. Jain, and V. Shrimali, “Automated techniques for the interpretation of fetal abnormalities: A review,” *Appl. Bionics Biomech.*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/6452050.
- [14] C. P. Bridge, C. Ioannou, and J. A. Noble, “Automated annotation and quantitative description of ultrasound videos of the fetal heart,” *Med. Image Anal.*, vol. 36, pp. 147–161, 2017, doi: 10.1016/j.media.2016.11.006.
- [15] L. Yu, Y. Guo, Y. Wang, J. Yu, and P. Chen, “Segmentation of fetal left ventricle in echocardiographic sequences based on dynamic convolutional neural networks,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 64, no. 8, pp. 1886–1895, 2017, doi: 10.1109/TBME.2016.2628401.
- [16] H. M. Gardiner, “Advances in fetal echocardiography,” *Semin. Fetal Neonatal Med.*, vol. 23, no. 2, pp. 112–118, 2018, doi: 10.1016/j.siny.2017.11.006.
- [17] M. Wiechec, A. Knafel, and A. Nocun, “Prenatal detection of congenital

- heart defects at the 11- To 13-week scan using a simple color doppler protocol including the 4-chamber and 3-vessel and trachea views,” *J. Ultrasound Med.*, vol. 34, no. 4, pp. 585–594, 2015, doi: 10.7863/ultra.34.4.585.
- [18] D. Agarwal, K. S. Shriram, and N. Subramanian, “Automatic view classification of echocardiograms using Histogram of Oriented Gradients,” *Proc. - Int. Symp. Biomed. Imaging*, pp. 1368–1371, 2013, doi: 10.1109/ISBI.2013.6556787.
- [19] M. Azad, M. Hasan, and M. K., “Color Image Processing in Digital Image,” *Int. J. New Technol. Res.*, vol. 3, no. 3, p. 263334, 2017.
- [20] T. Kumar and K. Verma, “A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 7, no. 2, pp. 5–12, 2010, doi: 10.5120/1140-1493.
- [21] M. Alasdair, “An Introduction to Digital Image Processing with Matlab, Notes for SCM2511 Image Processing 1,” *J. Ilm. Elit. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 83–87, 2014.
- [22] J. Singh, “Research Paper on Artificial Intelligence,” *Int. J. Sci. Res. Manag.*, no. 6, pp. 7–14, 2017, doi: 10.18535/ijserm/v5i11.10.
- [23] M. Vogt, “An Overview of Deep Learning and Its Applications,” no. January, pp. 178–202, 2019, doi: 10.1007/978-3-658-23751-6_17.
- [24] A. Subasinghe and C. De Alwis, “A review on ultrasound image pre-processing, segmentation and compression for enhanced image storage and transmission,” *KDU Int. Res. Conf. KDUIRC*, no. 09, pp. 106–112, 2018.
- [25] 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.

- [26] A. Rezaei, “Detecting Botnet on IoT by Using Unsupervised Learning Techniques,” vol. 18, no. 4, pp. 89–100, 2020.
- [27] E. Breck, S. Cai, E. Nielsen, M. Salib, and D. Sculley, “What’s your ML Test Score? A rubric for ML production systems,” *Reliab. Mach. Learn. Wild - NIPS 2016 Work.*, no. NIPS, 2016, [Online]. Available: <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/en//pubs/archive/45742.pdf>.
- [28] H. Rezatofighi, N. Tsoi, J. Gwak, A. Sadeghian, I. Reid, and S. Savarese, “Generalized intersection over union: A metric and a loss for bounding box regression,” *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2019-June, pp. 658–666, 2019, doi: 10.1109/CVPR.2019.00075.
- [29] D. M. W. Powers, “Evaluation: from precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness and correlation,” no. January 2011, 2020, doi: 10.9735/2229-3981.
- [30] K. Oksuz, B. C. Cam, E. Akbas, and S. Kalkan, “Localization recall precision (LRP): A new performance metric for object detection,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 11211 LNCS, pp. 521–537, 2018, doi: 10.1007/978-3-030-01234-2_31.
- [31] I. Binanto *et al.*, “Comparison of Similarity Coefficients on Morphological Rodent Tuber,” *1st 2018 Indones. Assoc. Pattern Recognit. Int. Conf. Ina. 2018 - Proc.*, no. September, pp. 104–107, 2019, doi: 10.1109/INAPR.2018.8627050.
- [32] A. B. Watson, “High Frame Rates and Human Vision : A View Through the Window of Visibility High Frame Rates and Human Vision : A View Through the Window of Visibility The online version of this article , along with updated information and services , is located on the Wo,” *SMPTE Motion Imaging J.*, vol. 122, no. March, pp. 18–32, 2013, doi:

10.5594/j18266.

- [33] A. Vellido, J. D. Martín, F. Rossi, and P. J. G. Lisboa, “Seeing is believing: The importance of visualization in real-world machine learning applications,” *ESANN 2011 - 19th Eur. Symp. Artif. Neural Networks*, no. January, pp. 219–226, 2011.
- [34] Z. Zhong, *A Tutorial on Machine Learning*, vol. 1, no. December 2016. 2017.
- [35] Y. Lecun, Y. Bengio, and G. Hinton, “Deep learning,” *Nature*, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, 2015, doi: 10.1038/nature14539.
- [36] L. Murn, M. G. Blanch, M. Santamaria, F. Rivera, M. Mrak, and V. Group, “TOWARDS TRANSPARENT APPLICATION OF MACHINE,” no. 5.
- [37] H. Ravishankar, S. M. Prabhu, V. Vaidya, and N. Singhal, “Hybrid approach for automatic segmentation of fetal abdomen from ultrasound images using deep learning,” *Proc. - Int. Symp. Biomed. Imaging*, vol. 2016-June, pp. 779–782, 2016, doi: 10.1109/ISBI.2016.7493382.
- [38] H. F. Pardede, A. R. Yuliani, and R. Sustika, “Convolutional Neural Network and Feature Transformation for Distant Speech Recognition,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 6, p. 5381, 2018, doi: 10.11591/ijece.v8i6.pp5381-5388.
- [39] N. Aloysius and M. Geetha, “A review on deep convolutional neural networks,” *Proc. 2017 IEEE Int. Conf. Commun. Signal Process. ICCSP 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 588–592, 2018, doi: 10.1109/ICCSP.2017.8286426.
- [40] T. Gerstner, D. DeCarlo, and M. Alexa, “Pixelated image abstraction,” *Proc. ...*, no. September, pp. 29–36, 2012, [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2330154>.
- [41] J. Bamber, “Image formation and image processing in ultrasound,” *Jt. Dep.*

Physics, Inst. Cancer ..., pp. 1–14, 2002, doi: joint department of physics,
institute of cancer research.

- [42] Y. Zhang, X. Wang, and B. Qu, “Three-frame difference algorithm research based on mathematical morphology,” *Procedia Eng.*, vol. 29, pp. 2705–2709, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.01.376.

- [43] K. Koonsanit, S. Thongvigitmanee, N. Pongnapang, and P. Thajchayapong, “Image enhancement on digital X-ray images using N-CLAHE,” *BMEiCON 2017 - 10th Biomed. Eng. Int. Conf.*, vol. 2017-January, no. February 2018, pp. 1–4, 2017, doi: 10.1109/BMEiCON.2017.8229130.

