

SKRIPSI

**Deteksi Arteri Karotis dari Citra Ultrasound
Berbasis *Deep Learning***



SABLINA DAMAYANTI

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK BIOMEDIS
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TENOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

**Deteksi Arteri Karotis dari Citra Ultrasound
Berbasis *Deep Learning***

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Bidang
Teknik Biomedis pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Sablina Damayanti

NIM: 081811733022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Endah Purwanti, S.Si., M.T.

NIP. 197710312009122003



Winarno, S.Si., M.T.

NIP. 198109122015041001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Deteksi Arteri Karotis dari Citra Ultrasound Berbasis
Deep Learning

Penyusun : Sablina Damayanti

NIM 081811733022

Pembimbing I : Endah Purwanti, S.Si., M.T.

Pembimbing II : Winarno, S.Si., M.T.

Tanggal Seminar :

Disetujui oleh:

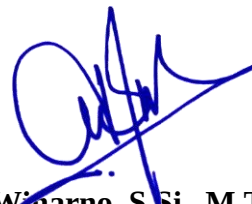
Pembimbing I,

Pembimbing II,



Endah Purwanti, S.Si., M.T.

NIP. 197710312009122003



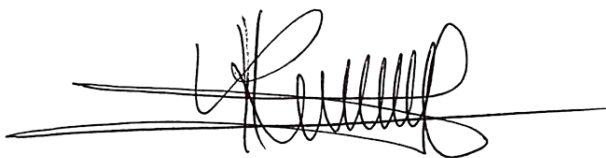
Winarno, S.Si., M.T.

NIP. 198109122015041001

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Kepala Program Studi S1 Teknik Biomedis
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Herri Trilaksana, S.Si, M.Si, Ph.D.

NIP. 197712282003121003



Dr. Riries Rulaningtyas S.T., M.T.

NIP. 197903152003122002

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hal milik Universitas Airlangga.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sablina Damayanti
NIM : 081811733022
Program Studi : Teknik Biomedis
Judul Skripsi : Deteksi Arteri Karotis dari Citra Ultrasound
Berbasis *Deep Learning*

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa bagian atau keseluruhan isi Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk mendapat gelar akademis pada bidang studi dan/atau universitas lain dan tidak pernah dipublikasi/ditulis oleh individu selain penyusunan kecuali bila dituliskan dengan format kutipan dalam isi Skripsi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Airlangga. Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Surabaya, 11 Mei 2022

Yang membuat pernyataan,



Sablina Damayanti

NIM: 081811733022

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya skripsi dengan judul **“Deteksi Arteri Karotis dari Citra Ultrasound Berbasis *Deep Learning*”** dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai acuan penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat akademik guna mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orangtua penulis, Agus Supriyanto dan Ari Handayani, yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk apapun agar penulis dapat menyelesaikan pendidikannya dengan baik.
2. Ibu Endah Purwanti, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberi masukan dan bimbingan dalam penyusunan & pelaksanaan penelitian skripsi.
3. Bapak Winarno, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memerikan bimbingan dalam penyusunan penelitian skripsi.
4. Bapak Herry Trilaksana, S.Si., M.Si, Ph.D. selaku Kepala Departemen FisikaFakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
5. Ibu Dr. Riries Rulaningtyas S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Biomedis di Universitas Airlangga yang telah membantu melancarkan proses penulisan skripsi.
6. Ibu Osmalina Nur Rahmah, S.T., M.T., selaku dosen wali yang telah memberi arahan, bimbingan, serta motivasi dalam penyelesaian skripsi.
7. Tim pengajar S-1 Teknik Biomedis yang telah membimbing serta memberikan wawasan selama di bangku perkuliahan.

8. Adik penulis, Bintang Saputra, Fajar Indra Kurniawan, dan Muhammad Adrian Maulana yang selalu menjadi pendukung dan penghibur bagi penulis.
9. Muhammad Emir Fachrudin yang selalu menemani, menghibur, dan memberikan dukungan kepada penulis.
10. Teman - teman Teknik Biomedis Universitas Airlangga angkatan 2018, Beatin, yang selalu menemani dan berproses bersama sejak hari pertama kuliah.
11. Nur Rahmah, Cakra Abdillah, Rizky Alifian, Alma Maxfira yang selalu menghibur dan mendukung penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
12. Amalia dan Alma sebagai teman setopi YOLO V5 yang selalu saling memberikan bantuan dan motivasi.

Penulis berharap skripsi ini sedikit banyaknya dapat memberi manfaat baik kepada penyusun sendiri dan juga kalangan lain.

Surabaya, 11 Mei 2022

Penulis

Sablina Damayanti

Sablina Damayanti, 2022. **Deteksi Arteri Karotis dari Citra Ultrasound Berbasis Deep Learning**. Skripsi di bawah bimbingan Endah Purwanti, S.Si., M.T dan Winarno S.T., M.T. Program Studi S1 Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Arteri karotis merupakan arteri utama yang menyuplai oksigen ke bagian leher dan kepala. Gangguan pada arteri karotis dapat menyebabkan berkurangnya suplai oksigen ke otak sehingga dapat mengakibatkan stroke. Stroke masih menjadi penyebab kematian yang cukup besar di seluruh dunia dengan angka kejadian stroke di dunia yaitu 200 per 100.000 penduduk dalam setahun. Penanganan terhadap penderita stroke harus dilakukan secara cepat dan tepat untuk menghindari dampak stroke yang lebih parah. Ultrasonografi (USG) merupakan salah satu modalitas yang dapat digunakan untuk mendeteksi stenosis karotis yang merupakan salah satu penyebab stroke yang disebut *silent killer*. Penandaan arteri karotis (CCA) dari hasil USG secara manual dapat memungkinkan terjadinya kesalahan pembacaan terutama ketika tenaga medis merasakan kelelahan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan model pembelajaran mesin untuk membantu mendeteksi arteri karotis dari citra ultrasound menggunakan metode Yolo V5 dengan framework Google Collaboration. Proses deteksi pada penelitian ini dilakukan pada dataset citra dengan variasi *image enhancement* yaitu gaussian filter, median filter, CLAHE, gaussian filter + CLAHE, dan median filter + CLAHE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang telah dibangun meraih nilai akurasi rata-rata tertinggi pada dataset citra CLAHE 10X10 yaitu 91,61%. Hasil keluaran model deteksi objek berupa citra dengan tambahan tanda lokasi CCA di dalamnya.

Kata Kunci: CCA, Yolo V5, gaussian filter, median filter, CLAHE

Sablina Damayanti, 2022. **Deteksi Arteri Karotis dari Citra Ultrasound Berbasis Deep Learning**. Thesis under the guidance of Endah Purwanti, S.Si., M.T dan Winarno S.T., M.T. *Biomedical Engineering Bachelor, Science and Technology Faculty, Airlangga University.*

ABSTRACT

The carotid arteries are the main arteries that supply oxygen to the neck and head. Disorders of the carotid arteries can lead to reduced oxygen supply to the brain, which can lead to stroke. Stroke still a major cause of death worldwide with the incidence of stroke in the world is 200 per 100,000 population in a year. Handling of stroke patients must be done quickly and precisely to avoid the impact of a more severe stroke. Ultrasonography (USG) is one of the modalities that can be used to detect carotid stenosis which is one of the causes of stroke which is called the silent killer. Manual carotid artery marking (CCA) from ultrasound results can allow error readings, especially when medical personnel feel tired. This study aims to develop a machine learning model to help detect carotid arteries from ultrasound images using the Yolo V5 method with the Google Collaboration framework. The detection process in this study was carried out on image datasets with variations of image enhancement, namely gaussian filter, median filter, CLAHE, gaussian filter + CLAHE, and median filter + CLAHE. The results show that the model that has been built achieves the highest average accuracy value in the CLAHE tile 10x10 image dataset with an average accuracy of 91.61%. The output of the object detection model is an image with an additional CCA location mark in it.

Keywords: CCA, Yolo V5, gaussian filter, median filter, CLAHE

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
Deteksi Arteri Karotis dari Citra Ultrasound Berbasis <i>Deep Learning</i>	i
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Stroke	7
2.1.1 Pengertian.....	7
2.1.4 Diagnosis Stroke	7
2.2 Arteri Karotis	8
2.2.1 Anatomi	8
2.3 Ultrasound.....	9
2.3.1 Pengertian.....	9
2.3.2 Cara Kerja.....	10
2.4 Pengolahan Citra Digital.....	11
2.4.1 Citra Digital	11
2.4.2 Perbaikan Kualitas Citra	12
2.5 <i>Deep Learning</i>	15

2.6 Convolutional Neural Network (CNN)	16
2.6.1 Convolutional Layer	17
2.6.2 Pooling Layer	18
2.6.3 Fully Connected Layer	18
2.7 You Only Look Once (YOLO)	19
2.7.1 You Only Look Once (YOLO-V5).....	20
2.7.2 Labelling	21
2.8 Metrik Evaluasi	22
2.8.1 Akurasi	23
2.8.2 Presisi.....	23
2.8.3 Recall.....	24
2.8.4 F1-score.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.1.1 Tempat Penelitian.....	25
3.1.2 Waktu Penelitian	25
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	25
3.3 Metode Penelitian	25
3.3.1 Studi Literature	27
3.3.2 Pengambilan Data	27
3.3.3 Pre-Processing.....	27
3.3.3.1 Image Enhancement.....	27
3.3.3.2 Resize.....	29
3.3.3.3 Data Labeling	29
3.3.5 Model Training.....	30
3.3.5.1 Feature Learning.....	30
3.3.5.2 Transfer Learning.....	33
3.3.5.3 Regulation	34
3.3.6 Model Testing	34
3.4 Analisis Data	34
3.4.1 Analisis Perbaikan Kualitas Citra	34
3.4.2 Analisis Hasil Pengujian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37

4.1 Pengumpulan Data.....	37
4.2 Preprocessing.....	38
4.2.1 Gaussian Filter	39
4.2.2 Median Filter	41
4.2.3 Histogram Equalization.....	42
4.2.4 Gaussian Filter + Histogram Equalization (CLAHE)	43
4.2.5 Median Filter + Histogram Equalization (CLAHE).....	44
4.2.6 Resize.....	45
4.3 Hasil Deteksi Citra	46
4.3.1 Hasil Pengujian pada Dataset Citra Asli	46
4.3.2 Hasil Pengujian pada Dataset Citra Gaussian Filter	48
4.3.3 Hasil Pengujian pada Dataset Citra Median Filter	50
4.3.4 Hasil Pengujian pada Dataset Citra CLAHE	53
4.3.5 Hasil Pengujian pada Dataset Citra Gaussian Filter + CLAHE	56
4.3.6 Hasil Pengujian pada Dataset Citra Median Filter + CLAHE.....	58
4.4 Analisis Hasil Pengujian	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Confusion Matrix	23
3.1	Confusion Matrix	36
4.1	Hasil Perhitungan MSE dan PSNR pada sampel citra gaussian filter	40
4.2	Hasil Perhitungan MSE dan PSNR pada sampel citra median filter	41
4.3	Hasil Perhitungan MSE dan PSNR pada sampel citra CLAHE	43
4.4	Hasil Perhitungan MSE dan PSNR pada sampel citra gaussian filter + CLAHE	44
4.5	Hasil Perhitungan MSE dan PSNR pada sampel citra median filter + CLAHE	45
4.6	Pengujian pada Dataset Citra Asli	47
4.7	Pengujian pada Dataset Citra Gaussian Filter	50
4.8	Pengujian pada Dataset Citra Median Filter	53
4.9	Pengujian pada Dataset Citra CLAHE	55
4.10	Pengujian pada Dataset Citra Gaussian filter + CLAHE	58
4.11	Pengujian pada Dataset Citra Median filter + CLAHE	60

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	(a) Stroke Iskemik (b) Stroke Hemoragik (Sumber: nhlbi.nih.gov)	7
2.2	Anatomi Common Carotid Artery (a) Common Carotid Artery Kiri (b) Common Carotid Artery Kanan (sumber: Kenhub.com)	8
2.3	Struktur Anatomi Common Carotid Artery (sumber: Kenhub.com)	9
2.4	Atlas Ultrasound Arteri Karotis (sumber: Karmakar, et al., 2018)	10
2.5	Blok Diagram Sistem Kerja Ultrasound (sumber: You, et al., 2020)	11
2.6	Contoh Matriks Kernel Gaussian (a) Matriks kernel (3x3) (b) Matriks kernel (5x5) (Sumber: Stackoverflow.com)	13
2.7	Contoh Konvolusi Gaussian Filter Menggunakan Kernel 3x3 (Sumber: Image Convolution, Portland State University)	13
2.8	Contoh penerapan median filter	14
2.9	Contoh histogram equalization pada citra	15
2.10	Deep Learning dengan 4 layers	16
2.11	Arsitektur Convolutional Neural Network	17
2.12	(a) Input convolutional layer dan convolution filter atau kernel (b) Operasi Konvolusi (sumber: towardsdatascience.com)	17
2.13	Max Pooling dengan 2x2 window dan stride 2	18
2.14	Fully Connected Layers (sumber: Murray, 2017)	19
2.15	Model Deteksi YOLO (sumber: Rendom, et. al., 2016)	20

2.16	Anotasi dengan Bounding box pada citra (Sumber: Towardsdatascience.com)	21
2.17	Akurasi (sumber: analytics-vidhya)	23
2.18	Presisi (sumber: analytics-vidhya)	23
2.19	Recall (sumber: analytics-vidhya)	24
3.1	Diagram alir rancangan metode penelitian	26
3.2	Arsitektur YOLO versi ke-5 (Sumber: Lou, 2021)	31
3.3	Grafik fungsi sigmoid (Sumber: saugathbhattarai.com)	32
3.4	Grafik fungsi Leaky ReLU (Sumber: saugathbhattarai.com)	33
3.5	Stochastic Gradient Descent (Source: Superdatascience.com)	33
4.1	Citra CCA dengan anotasi	37
4.2	Sampel citra hasil Preprocessing (a) Citra Asli (b) Citra Gaussian Filter (c) Citra Median Filter (d) Citra CLAHE (e) Citra Gaussian filter + CLAHE (f) Citra median filter + CLAHE	39
4.3	Gaussian Filter (a) Gaussian filter dengan sigma 2 (b) Gaussian filter dengan sigma 3	40
4.4	Median Filter (a) Median filter dengan kernel 3x3 (b) Median filter dengan kernel 5x5	42
4.5	CLAHE (a)tile 8x8 (b)tile 10x10	43
4.6	Gaussian Filter + CLAHE (a)Gaussian Filter dengan sigma 2 dan CLAHE tile 8x8 (b)Gaussian Filter dengan sigma 3 dan CLAHE tile 8x8	44
4.7	Median Filter + CLAHE (a)Median filter dengan kernel 3x3 dan CLAHE tile 8x8 (b)Median filter dengan kernel 5x5 dan CLAHE tile 8x8	45

4.8	Sampel Hasil Deteksi pada Dataset Citra Asli	47
4.9	Sampel Hasil Deteksi pada Dataset Citra Gaussian Filter (a) Gaussian filter sigma 2 (b) Gaussian filter sigma 3	49
4.10	Sampel Hasil Deteksi pada Dataset Citra Median Filter (a) Median filter kernel 3x3 (b) Median filter kernel 5x5	52
4.11	Sampel Hasil Deteksi pada Dataset Citra CLAHE (a) CLAHE tile 8x8 (b) CLAHE tile 10x10	54
4.12	Sampel Hasil Deteksi pada Dataset Citra Gaussian filter + CLAHE (a) Gaussian filter sigma 2 + CLAHE tile 8x8 (b) Gaussian filter sigma 3 + CLAHE tile 8x8	57
4.13	Gambar 4. 1 Sampel Hasil Deteksi pada Dataset Citra Median filter + CLAHE (a) Median filter kernel 3x3 + CLAHE tile 8x8 (b) Median filter kernel 5x5 + CLAHE tile 8x8	60
4.14	Grafik nilai MSE dan PSNR pada variasi perbaikan kualitas citra	61
4.15	Perbandingan Nilai Matriks Evaluasi pada Setiap Variasi	63