

**SKRIPSI**

**IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* UNTUK DETEKSI PARASIT  
PLASMODIUM FALCIPARUM PENYEBAB MALARIA PADA CITRA  
*THICK BLOOD SMEAR***



**MUHAMMAD EMIR FACHRUDIN**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK BIOMEDIS**

**DEPARTEMEN FISIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2022**

**IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* UNTUK DETEKSI PARASIT  
PLASMODIUM FALCIPARUM PENYEBAB MALARIA PADA CITRA  
*THICK BLOOD SMEAR***

**SKRIPSI**

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

Muhammad Emir Fachrudin

NIM: 081811733025

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

197710312009122003

Pembimbing II,



Alfian Pramudita P. S.T., M.Sc.

NIP. 199207232019031014

## LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Implementasi *Deep Learning* Untuk Deteksi Parasit  
Plasmodium Falciparum Penyebab Malaria Pada Citra  
*Thick Blood Smear*

Penyusun : Muhammad Emir Fachrudin

NIM : 081811733025

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

Pembimbing II : Alfian Pramudita Putra, S.T., M.Sc.

Tanggal Seminar : 16 Agustus 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

**NIP. 197710312009122003**

Pembimbing II,



**Alfian Pramudita P. S.T., M.Sc.**

**NIP. 199207232019031014**

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga



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

**NIP. 197712282003121003**

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



**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 : Muhammad Emir Fachrudin  
NIM : 081811733025  
Program Studi : Teknik Biomedis  
Judul Skripsi : Implementasi *Deep Learning* Untuk Deteksi  
Parasit *Plasmodium Falciparum* Penyebab  
Malaria Pada Citra *Thick Blood Smear*

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, 16 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



**Muhammad Emir Fachrudin**

**NIM: 081811733025**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya skripsi dengan judul **“Implementasi *Deep Learning* Untuk Deteksi Parasit *Plasmodium Falciparum* Penyebab Malaria Pada Citra *Thick Blood Smear*”** 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. Allah SWT yang selalu ada disaat setiap saat.
2. Kedua orangtua penulis, K.Syamsudin dan Anik Rustiani, yang selalu memberikan *support* dalam bentuk apapun agar penulis dapat menyelesaikan pendidikannya dengan baik.
3. Adik penulis, M. Iqbal Dzaky Mumtaz yang selalu menjadi penghibur dan penyemangat penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Hari Trilaksana, S.Si., selaku Kepala Departemen Fisika Fakultas 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 Endah Purwanti, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberi masukan, arahan, dan bimbingan dalam penulisan skripsi.
7. Bapak Alfian Pramudita Putra, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang telah memberi masukan, arahan, dan bimbingan dalam penulisan skripsi.
8. Ibu Osmalina Nur Rahmah, S.T., M.T., selaku dosen wali yang telah memberi arahan, bimbingan, serta motivasi dalam penyelesaian skripsi.

9. Tim pengajar S-1 Teknik Biomedis yang telah membimbing serta memberikan wawasan selama perkuliahan.
10. Sablina Damayanti yang selalu setia menemani penulis, memberikan *support* dan senantiasa memberikan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi.
11. Yusril Putra Y dan Blessvalenta Veronica P teman seperjuangan yang membantu dan memberikan dukungan penulis.
12. Teman - teman Teknik Biomedis Universitas Airlangga angkatan 2018, Beatin, yang selalu menemani dan berproses bersama sejak hari pertama kuliah.
13. Pihak lain yang telah membantu melancarkan proses penyusunan skripsi ini.

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

Surabaya, 02 Agustus 2022

Penulis



Muhammad Emir Fachrudin

Muhammad Emir Fachrudin, 2022. **Implementasi Deep Learning Untuk Deteksi Parasit Plasmodium Falciparum Penyebab Malaria Pada Citra Thick Blood Smear**. Skripsi di bawah bimbingan Endah Purwanti, S.Si., M.T dan Alfian Pramudita P. S.T., M.Sc Program Studi S1 Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

---

## ABSTRAK

Berdasarkan data dari *World Health Organization* pada tahun 2019 diperkirakan terjadi sekitar 229 juta kasus malaria dengan perkiraan jumlah kematian mencapai 409.000 jiwa. Diagnosis malaria yang cepat dan tepat merupakan hal yang sangat diperlukan dalam penanganan kasus malaria, namun faktor yang sering menyebabkan kegagalan dalam penanggulangan malaria adalah kesalahan diagnosis mikroskopik malaria. Faktor kesalahan dapat terjadi karena ketidakmampuan dalam mengenal morfologi parasit yang di deteksi dan faktor kelelahan mata petugas medis dalam melihat morfologi parasit. Sehingga memerlukan sebuah sistem model *deep learning* yang dapat membantu dalam diagnosis malaria agar lebih akurat dan cepat. Pada penelitian ini menggunakan metode *Faster R-CNN* dengan arsitektur *Inception V2* dan *Resnet-50* dikarenakan memiliki kecepatan komputasi dan kinerja model yang baik. Proses deteksi pada penelitian ini dilakukan pada dataset citra *original (Raw)*, *gaussian filter*, *median filter*, dan *contrast stretching*. Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa model *Faster R-CNN* dengan arsitektur *Inception V2* memiliki nilai rata-rata akurasi 92,7 %, presisi 73,79 %, *recall* 93,10 %, dan *F1-Score* 82,31 %. Pada model *Faster R-CNN* dengan arsitektur *Resnet-50* memiliki nilai rata-rata akurasi 94,45 %, presisi 75,85 %, *recall* 94,39 %, dan *F1-Score* 84,10 %. Selain itu untuk kecepatan waktu *training* pada arsitektur *Inception V2* diperoleh pada citra *original (Raw)* selama 33 menit 25 detik, citra *gaussian* selama 35 menit 19 detik, citra *median* selama 38 menit 19 detik, dan citra *contrast stretch* selama 32.38 detik. Selanjutnya pada arsitektur *Resnet-50* diperoleh pada citra *original (Raw)* selama 41 menit 10 detik, citra *gaussian* selama 45 menit 21 detik, citra *median* selama 47 menit 24 detik, dan citra *contrast stretch* selama 39 menit 05 detik.

**Kata Kunci :** *Plasmodium Falciparum*, *Faster R-CNN*, *Inception V2*, *Resnet-50*, *gaussian filter*, *median filter*, dan *contrast stretching*

Muhammad Emir Fachrudin, 2022. **Deep Learning Implementation For Detection of Plasmodium Falciparum Parasites that Causes Malaria in Thick Blood Smear Image.** *Thesis under the guidance of Endah Purwanti, S.Si., M.T and Alfian Pramudita P. S.T., M.Sc Biomedical Engineering Bachelor, Science and Technology Faculty, Airlangga University.*

---

## ABSTRACT

Based on World Health Organization, in 2019 it was estimated that there were around 229 million cases of malaria with an estimated number of deaths reaching 409,000 people. Rapid and precise diagnosis of malaria is indispensable in the management of malaria cases, but the factor that often causes failure in malaria control is the microscopic misdiagnosis of malaria. The error factor can occur due to the inability to recognize the morphology of the detected parasites and the eye fatigue factor of medical staff in seeing the morphology of the parasites. So it requires a deep learning model system that can assist in the diagnosis of malaria to be more accurate and fast. Faster R-CNN method with Inception V2 and Resnet-50 architectures is used because it has good computational speed and model performance. The detection process in this study was carried out on the original image dataset (Raw), gaussian filter, median filter, and contrast stretching. Based on the results, Faster R-CNN model with Inception V2 architecture had an average value of 92.7% accuracy, 73.79% precision, 93.10% recall, and 82.31% F1-Score. Faster R-CNN model with Resnet-50 architecture has an average value of 94.45% accuracy, 75.85% precision, 94.39% recall, and 84.10% F1-Score. In addition, for the training time speed on the Inception V2 architecture, the original image (Raw) is 33 minutes 25 seconds, the gaussian image is 35 minutes 19 seconds, the median image is 38 minutes 19 seconds, and the contrast stretch image is 32.38 seconds. Furthermore, the Resnet-50 architecture is obtained for the original image (Raw) for 41 minutes 10 seconds, the gaussian image for 45 minutes 21 seconds, the median image for 47 minutes 24 seconds, and the contrast stretch image for 39 minutes 05 seconds.

**Keyword : Plasmodium Falciparum, Faster R-CNN, Inception V2, Resnet-50 gaussian filter, median filter, and contrast stretching**

## DAFTAR ISI

|                                               |             |
|-----------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN DAN JUDUL .....</b>                | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI .....</b> | <b>ii</b>   |
| <b>PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....</b>       | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>       | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                    | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRAK.....</b>                           | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                         | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                       | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                     | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                     | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                 | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang .....                     | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                     | 6           |
| 1.3 Batasan Masalah.....                      | 7           |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                    | 7           |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                   | 7           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>          | <b>9</b>    |
| 2.1 Malaria.....                              | 9           |
| 2.1.1 Faktor Penyebab Malaria.....            | 9           |
| 2.2 Plasmodium sp .....                       | 10          |
| 2.3 Diagnosis Malaria.....                    | 15          |
| 2.3.1 Computer-aided Diagnostic .....         | 16          |
| 2.4 Pemrosesan Citra.....                     | 17          |
| 2.4.1 Perbaikan Kualitas Citra.....           | 17          |
| 2.5 Artificial Intelligence.....              | 20          |
| 2.5.1 Machine Learning .....                  | 21          |
| 2.5.2 Deep Learning .....                     | 21          |
| 2.6 Computer Vision .....                     | 22          |
| 2.6.1 Deteksi Objek .....                     | 23          |
| 2.7 Convolutional Neural Network (CNN) .....  | 23          |

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.7.1 Arsitektur Convolutional Neural Network .....          | 29        |
| 2.8 R-CNN (Region Convolutional Neural Network) .....        | 32        |
| 2.9 Faster R-CNN (Region Convolutional Neural Network) ..... | 34        |
| 2.9.1 Convolutional Layer .....                              | 35        |
| 2.9.2 Region Proposal Network (RPN) .....                    | 35        |
| 2.9.3 Intersection over Union (IOU).....                     | 37        |
| 2.9.4 ROI Pooling.....                                       | 37        |
| 2.9.5 Fully Connected Layer .....                            | 38        |
| 2.9.6 Softmax Layer .....                                    | 38        |
| 2.10 Loss function .....                                     | 39        |
| 2.11 Metrik Evaluasi .....                                   | 39        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                       | <b>42</b> |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....                        | 42        |
| 3.1.1 Tempat Penelitian .....                                | 42        |
| 3.1.2 Waktu Penelitian.....                                  | 42        |
| 3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....                           | 42        |
| 3.3 Metode Penelitian.....                                   | 42        |
| 3.3.1 Analisis Masalah dan Studi Literatur.....              | 43        |
| 3.3.2 Akuisi Data.....                                       | 44        |
| 3.3.3 Perancangan Sistem .....                               | 44        |
| 3.3.4 Image Enhancement.....                                 | 45        |
| 3.3.5 Data Training.....                                     | 45        |
| 3.3.6 Feature Learning.....                                  | 45        |
| 3.3.7 Transfer Learning.....                                 | 52        |
| 3.3.8 Regulation.....                                        | 52        |
| 3.3.9 Data Testing.....                                      | 52        |
| 3.4 Analisis Hasil .....                                     | 52        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                     | <b>54</b> |
| 4.1 Pengumpulan Data .....                                   | 54        |
| 4.2 <i>Image Enhancement</i> .....                           | 55        |
| 4.2.1 Gaussian Filter .....                                  | 55        |
| 4.2.2 Median Filter .....                                    | 57        |

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.3 Contrast Stretching.....                                                        | 58        |
| 4.3 Persiapan Training.....                                                           | 59        |
| 4.4 Eksperimen Model .....                                                            | 60        |
| 4.4.1 Tensorflow Object Detection API .....                                           | 60        |
| 4.4.2 Transfer Learning.....                                                          | 60        |
| 4.4.3 Konfigurasi Model .....                                                         | 60        |
| <b>4.4.3.1 Model Config.....</b>                                                      | <b>61</b> |
| <b>4.4.3.2 Training Config .....</b>                                                  | <b>61</b> |
| <b>4.4.3.3 Eval Config.....</b>                                                       | <b>62</b> |
| 4.5 Pengujian Model .....                                                             | 62        |
| 4.5.1 Hasil Pengujian <i>Faster R-CNN</i> arsitektur <i>Inception V2</i> .....        | 62        |
| 4.5.2 Hasil Pengujian <i>Faster R-CNN</i> arsitektur <i>Resnet-50</i> .....           | 64        |
| 4.6 Analisis Hasil .....                                                              | 66        |
| 4.6.1 Analisis Hasil Pengujian model dengan arsitektur <i>Inception V2</i> .....      | 66        |
| 4.6.2 Analisis Hasil Pengujian model dengan arsitektur <i>Resnet-50</i> .....         | 68        |
| 4.6.3 Analisis Perbandingan Arsitektur <i>Inception V2</i> dan <i>Resnet-50</i> ..... | 70        |
| 4.6.4 Analisis Hasil Penelitian Dengan Penelitian Terdahulu .....                     | 74        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                               | <b>79</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                                  | 79        |
| 5.2 Saran .....                                                                       | 80        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                            | <b>81</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                                                 | <b>89</b> |

## DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul Tabel                                                                                                                                                                  | Halaman |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1   | Komponen Confusion Matrix                                                                                                                                                    | 40      |
| 4.1   | Perhitungan MSE dan PSNR pada citra gaussian filter                                                                                                                          | 57      |
| 4.2   | Perhitungan MSE dan PSNR pada citra median filter                                                                                                                            | 58      |
| 4.3   | Perbandingan citra <i>original</i> , <i>gaussian filter</i> , <i>median filter</i> , <i>contrast stretching</i> pada model <i>Faster RCNN</i> dengan arsitektur Inception V2 | 64      |
| 4.4   | Perbandingan citra <i>original</i> , <i>gaussian filter</i> , <i>median filter</i> , <i>contrast stretching</i> pada model <i>Faster RCNN</i> dengan arsitektur Resnet-50    | 66      |
| 4.5   | Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Hasil Penelitian.                                                                                                                   | 76      |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Daftar Gambar                                                                                                                                        | Halaman |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1   | Determinan Epidemiologi Malaria                                                                                                                      | 10      |
| 2.2   | Morfologi Plasmodium Falciparum                                                                                                                      | 11      |
| 2.3   | Morfologi Plasmodium Vivax                                                                                                                           | 12      |
| 2.4   | Morfologi Plasmodium Malariae                                                                                                                        | 13      |
| 2.5   | Plasmodium Ovale                                                                                                                                     | 14      |
| 2.6   | Morfologi Plasmodium Knowlesi                                                                                                                        | 15      |
| 2.7   | Fungsi <i>Contrast Stretching</i>                                                                                                                    | 19      |
| 2.8   | Perbandingan algoritma traditional dengan algoritma <i>deep learning</i>                                                                             | 21      |
| 2.9   | Arsitektur Umum CNN                                                                                                                                  | 23      |
| 2.10  | Convolutional Layer                                                                                                                                  | 24      |
| 2.11  | Penambahan Padding                                                                                                                                   | 25      |
| 2.12  | Operasi pooling layer                                                                                                                                | 27      |
| 2.13  | Fully Connected layer                                                                                                                                | 28      |
| 2.14  | <i>Residual learning : a building block</i>                                                                                                          | 29      |
| 2.15  | Arsitektur Residual Network (Resnet)                                                                                                                 | 30      |
| 2.16  | Perumpamaan <i>Inception V2</i>                                                                                                                      | 31      |
| 2.17  | <i>Inception Module, Native Version</i>                                                                                                              | 31      |
| 2.18  | <i>Inception Module, New Version</i>                                                                                                                 | 31      |
| 2.19  | <i>Arsitektur Inception V2</i>                                                                                                                       | 32      |
| 2.20  | Operasi <i>Selective Search</i>                                                                                                                      | 33      |
| 2.21  | Proses R-CNN                                                                                                                                         | 34      |
| 2.22  | Proses <i>Faster R-CNN</i>                                                                                                                           | 35      |
| 2.23  | Region Proposal Network                                                                                                                              | 36      |
| 2.24  | Deteksi menggunakan RPN di PASCAL 2007 (Ren et al. 2017)                                                                                             | 37      |
| 2.25  | ROI Pooling                                                                                                                                          | 38      |
| 3.1   | Diagram alir                                                                                                                                         | 43      |
| 3.2   | Arsitektur Residual Network - 50                                                                                                                     | 46      |
| 3.3   | <i>Inception Module</i> lama                                                                                                                         | 47      |
| 3.4   | Inisialisasi <i>Module</i> Baru                                                                                                                      | 47      |
| 3.5   | <i>Inception Module</i> lebih luas                                                                                                                   | 48      |
| 3.6   | Posisi RPN Pada <i>Faster R-CNN</i>                                                                                                                  | 48      |
| 3.7   | ROI Pooling                                                                                                                                          | 50      |
| 4.1   | Gambar objek <i>thick blood film</i> (a) Gambar-099 yang terdapat <i>Plasmodium Falciparum</i> (b) Gambar-1068 yang tidak terdapat <i>Plasmodium</i> | 53      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|      | <i>Falciparum</i> . (c) Anotasi Gambar-099 <i>roboflow</i> (d) Anotasi Gambar-1068 <i>roboflow</i>                                                                                                                                                  |    |
| 4.2  | <i>Gaussian Filter Image Enhancement</i> (a) Sigma 2 (b) Sigma 3                                                                                                                                                                                    | 56 |
| 4.3  | <i>Median Filter Image Enhancement</i> (a) Dengan kernel 3x3 (b) Dengan kernel 5x5                                                                                                                                                                  | 57 |
| 4.4  | <i>Image Enhancement ontrast stretching</i> .                                                                                                                                                                                                       | 59 |
| 4.5  | Hasil Deteksi <i>Plasmodium Falciparum</i> dengan Model <i>Faster R-CNN</i> Pada (a) Citra <i>Original</i> (b) Citra <i>Gaussian Filter</i> (c) Citra <i>Median Filter</i> (d) Citra <i>Contrast Stretching</i> .                                   | 63 |
| 4.6  | Hasil Deteksi <i>Plasmodium Falciparum</i> dengan <i>Faster R-CNN</i> Menggunakan Arsitektur <i>Resnet-50</i> Pada (a) Citra <i>Original</i> (b) Citra <i>Gaussian Filter</i> (c) Citra <i>Median Filter</i> (d) Citra <i>Contrast Stretching</i> . | 65 |
| 4.7  | Akurasi, Presisi, Recall, F1 Score pada model <i>Faster RCNN</i> dengan arsitektur <i>Inception V2</i> pada citra <i>original</i> , <i>gaussian</i> , <i>median</i> , dan <i>contrast stretch</i>                                                   | 67 |
| 4.8  | Akurasi, Presisi, Recall, F1 Score pada model <i>Faster RCNN</i> dengan arsitektur <i>Resnet-50</i> pada citra <i>original</i> , <i>gaussian</i> , <i>median</i> , dan <i>contrast stretch</i> .                                                    | 69 |
| 4.9  | Perbandingan Keseluruhan Model Dengan Arsitektur <i>Inception V2</i> dan <i>Resnet-50</i> dengan <i>image original</i> , <i>median</i> , <i>gaussian</i> , dan <i>contrast stretching</i> .                                                         | 71 |
| 4.10 | Perbandingan Rata-rata Akurasi, Presisi, <i>Recall</i> , dan <i>F1 Score</i> pada Model <i>Faster RCNN</i> dengan Arsitektur <i>Inception V2</i> dan <i>Resnet-50</i>                                                                               | 74 |
| 4.11 | Perbandingan Waktu <i>Training</i> Rata-rata Akurasi, Presisi, <i>Recall</i> , dan <i>F1 Score</i> pada Model <i>Faster RCNN</i> dengan Arsitektur <i>Inception V2</i> dan <i>Resnet-50</i>                                                         | 75 |