



## **SKRIPSI**

# **DETEKSI TINGKAT KEPARAHAN LEUKEMIA LIMFOBLASTIK AKUT MENGGUNAKAN WATERSHED DAN LOCAL ADAPTIVE THRESHOLDING DENGAN DENSENET121**

**ANDHINI PUTRI ARINI**  
NPM 21081010122

## **DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.  
Achmad Junaidi, S.Kom, M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
SURABAYA  
2025**



## **SKRIPSI**

# **DETEKSI TINGKAT KEPARAHAN LEUKEMIA LIMFOBLASTIK AKUT MENGGUNAKAN WATERSHED DAN LOCAL ADAPTIVE THRESHOLDING DENGAN DENSENET121**

**ANDHINI PUTRI ARINI**

NPM 21081010122

## **DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.

Achmad Junaidi, S.Kom, M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
SURABAYA  
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

DETEKSI TINGKAT KEPARAHAN LEUKEMIA LIMFOBLASTIK  
AKUT MENGGUNAKAN WATERSHED DAN LOCAL ADAPTIVE  
THRESHOLDING DENGAN DENSENET121

Oleh:  
ANDHINI PUTRI ARINI  
NPM. 21081010122

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Program Informatika  
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal  
5 Juni 2025

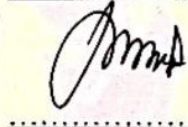
Menyetujui

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.  
NPT. 222198 60 816400



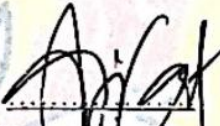
(Pembimbing I)

Achmad Junaidi, S.Kom, M.Kom.  
NPT. 3 7811 04 0199 1



(Pembimbing II)

Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T.  
NIP. 19861008 202121 1 001



(Ketua Penguji)

Eka Prakarsa Mandvartha, S.T., M.Kom.  
NIP. 19880525 201803 1 001



(Penguji I)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Ilmu Komputer

  
Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.  
NIP. 19681126 199403 2 001

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**DETEKSI TINGKAT KEPARAHAN LEUKEMIA LIMFOBLASTIK  
AKUT MENGGUNAKAN WATERSHED DAN LOCAL ADAPTIVE  
THRESHOLDING DENGAN DENSENET121**

Oleh:

ANDHINI PUTRI ARINI

NPM. 21081010122



Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Informatika  
Fakultas Ilmu Komputer**

  
**Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.**  
**NIP. 19820211 202121 2 005**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Andhini Putri Arini  
NPM : 21081010122  
Program : Sarjana (S1)  
Program Studi : Informatika  
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 11 Juni 2025  
Yang Membuat Pernyataan,



Andhini Putri Arini  
NPM. 21081010122

## ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Andhini Putri Arini / 21081010122  
Judul Skripsi : Deteksi Tingkat Keparahan Leukemia  
Limfoblastik Akut Menggunakan Local Adaptive  
Thresholding dan Watershed Dengan DenseNet121  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.  
2. Achmad Junaidi, S.Kom, M.Kom.

Deteksi tingkat keparahan leukemia limfoblastik akut (Acute Lymphoblastic Leukemia/ALL) memegang peran penting dalam mendukung diagnosis dini dan pengambilan keputusan medis yang cepat. Meskipun telah banyak pendekatan berbasis citra yang dikembangkan, tantangan seperti kualitas visual sel darah dan keterbatasan segmentasi masih menjadi kendala dalam mencapai akurasi klasifikasi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi tingkat keparahan ALL berbasis citra mikroskopis dengan menerapkan metode *Self-Dual Multiscale Morphological Toggle* (SMMT) sebagai tahapan praproses guna meningkatkan kejernihan fitur visual. Segmentasi dilakukan menggunakan kombinasi *Local Adaptive Thresholding* dan *Watershed* untuk memisahkan area nukleus dan sitoplasma secara lebih presisi. Citra hasil segmentasi kemudian diklasifikasikan menggunakan arsitektur DenseNet121. Dataset yang digunakan terdiri dari 4 kelas yaitu, Benign, Malignant Early Pre-B, Malignant Pre-B, dan Malignant Pro-B yang kemudian dibagi dengan rasio 60% untuk pelatihan, 20% validasi, dan 20% pengujian. Evaluasi dilakukan melalui analisis semua hasil skenario penelitian dan model terbaik dicapai pada konfigurasi batch size 64 dengan 30 epoch, yang dipilih berdasarkan hasil pengujian paling optimal selama penelitian. Pada konfigurasi ini, model berhasil mencapai akurasi tertinggi sebesar 97% dengan waktu pelatihan yang efisien, yaitu 37 menit 26 detik.

**Kata kunci :** Leukemia Limfoblastik Akut , *Self-Dual Multiscale Morphological Toggle* (SMMT), *Local Adaptive Thresholding*, *Watershed*, DenseNet121

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ABSTRACT

*Student Name / NPM* : Andhini Putri Arini / 21081010122  
*Thesis Title* : *Detection of Severity of Acute Lymphoblastic Leukemia Using Local Adaptive Thresholding and Watershed With DenseNet121*  
*Advisor* : 1. Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.  
2. Achmad Junaidi, S.Kom, M.Kom.

*The detection of the severity level of Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) plays a crucial role in supporting early diagnosis and facilitating rapid medical decision-making. Although numerous image-based approaches have been developed, challenges such as poor visual quality of blood cells and limited segmentation capabilities remain significant obstacles in achieving high classification accuracy. This study aims to develop a microscopic image-based classification system for determining the severity of ALL by applying the Self-Dual Multiscale Morphological Toggle (SMMT) as a preprocessing step to enhance the clarity of visual features. Segmentation is carried out using a combination of Local Adaptive Thresholding and Watershed to more precisely separate the nukleus and cytoplasm regions. The segmented images are then classified using the DenseNet121 architecture. The dataset used consists of four classes: Benign, Malignant Early Pre-B, Malignant Pre-B, and Malignant Pro-B, and is split with a ratio of 60% for training, 20% for validation, and 20% for testing. Evaluation is conducted by analyzing all experimental scenarios, and the best-performing model is achieved with a batch size of 64 over 30 epochs, selected based on the most optimal testing results during the study. Under this configuration, the model reached the highest classification accuracy of 97% with an efficient training time of 37 minutes and 26 seconds.*

**Keywords:** *Acute Lymphoblastic Leukemia, Self-Dual Multiscale Morphological Toggle (SMMT), Local Adaptive Thresholding, Watershed, DenseNet121*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Deteksi Tingkat Keparahan Leukemia Limfoblastik Akut Menggunakan Watershed dan Local Adaptive Thresholding Dengan DenseNet121”** dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kelancaran, kemudahan, dan jalan keluar dari semua permasalahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya dengan baik.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Hari Setiawan dan Ibu Rini Elfitra yang selalu memberikan semangat dan mendoakan penulis tiada henti agar selalu diberi perlindungan, kelancaran dan kemudahan dalam setiap urusannya baik perkuliahan maupun kehidupan, serta dukungan dan rasa percaya kepada penulis bahkan disaat penulis sedang berada di titik terendah dalam hidup dan ingin menyerah. Terimakasih banyak ayah. Terimakasih banyak ibu.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah dengan tulus membimbing, memberikan arahan berharga, serta senantiasa mendorong dan meyakinkan penulis untuk mampu menuntaskan skripsi ini dengan sebaik-baiknya..
4. Bapak Achmad Junaidi, S.Kom, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, saran konstruktif, serta kepercayaan dan semangat yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan proses penyusunan skripsi ini hingga akhir.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah membimbing, mengajar, serta berbagi ilmu dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
6. Seluruh keluarga besar kabinet INTEGRAL BEM FASILKOM periode 2022/2023 yang telah menjadi “rumah” di perantauan bagi penulis dan

mengajarkan apa arti kekeluargaan dan kebersamaan serta menorehkan banyak kenangan indah bagi penulis yang tidak akan pernah terlupakan.

7. Keluarga kecil dan harmonis bidang Pengabdian Masyarakat kabinet AERIAL BEM FASILKOM periode 2023/2024 yang telah bersedia bekerja sama dan menorehkan kenangan indah selama satu periode yang tak terlupakan.
8. Muh Irsyad Dwi Kurniawan yang telah menemani, kebersamai, dan mendukung penulis selama masa perkuliahan, yang selalu menjadi pendengar setia di tengah kelelahan dan keraguan, menguatkan penulis dalam menghadapi berbagai tantangan dan selalu hadir baik suka maupun duka.
9. Muhimmatul Arofah yang selalu siap sedia membantu dan menemani, menjadi teman bertukar pikiran dan canda serta tak jarang mendengarkan isi pikiran kusut penulis dalam menjalani perkuliahan.
10. Amel dan Afifa yang telah menemani penulis dari awal perkuliahan hingga akhir, bersedia menjadi guru privat bahasa jawa bagi penulis, sehingga dapat beradaptasi dengan cepat dan nyaman terhadap lingkungan dan suasana baru di perantauan sekaligus menjadi teman di rumah kos untuk berbagi cerita hingga pagi menjelang.
11. Mutiq, Nesya, Raihan, Rayya, Hafiyah, Dinda, Prihan, Diva dan teman-teman dekat penulis lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang menjadi teman seperjuangan dan turut andil mewarnai kehidupan perkuliahan penulis serta memberikan kenangan indah yang berharga dan tak tergantikan.
12. Abil, Muti, dan Devi yang merupakan teman seperjuangan penulis sejak 17 tahun silam hingga sekarang, yang selalu menemani dan mendukung penulis dengan tulus dalam melewati naik turunnya kehidupan.
13. Carissa Putri Arini, selaku adik penulis yang menjadi tempat penulis menceritakan semua hal dalam hidup baik suka maupun duka, tempat berbagi keluh kesah, dan mendukung serta mendoakan penulis dari jauh. Terimakasih tetap peduli walau bersikap acuh tak acuh.
14. Terakhir, terima kasih kepada diri saya sendiri, Andhini Putri Arini, yang telah memilih untuk terus bertahan dan melangkah maju meski jalan terasa berat. Mengusahakan semuanya meski tidak mudah dan banyak pengorbanan di dalamnya. Terima kasih karena tidak menyerah dan tetap hidup untuk

mendambakan hari esok. Terima kasih karena sudah menyelesaikan perjalanan ini, mari terus bersemangat untuk perjalanan selanjutnya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi yang positif dan bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 11 Juni 2025

Penulis,

Andhini Putri Arini

NPM. 21081010122

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

|                                               |             |
|-----------------------------------------------|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>               | <b>iii</b>  |
| <b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....</b>   | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                          | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRACT .....</b>                         | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                    | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                        | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                     | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                     | <b>xvii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                  | <b>xix</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                 | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang .....                     | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                     | 3           |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                  | 3           |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....                 | 4           |
| 1.5. Batasan Masalah .....                    | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>           | <b>5</b>    |
| 2.1. Penelitian Terdahulu .....               | 5           |
| 2.2. Leukemia Limfoblastik Akut (ALL) .....   | 9           |
| 2.2.1. Benign .....                           | 10          |
| 2.2.2. Malignant Early Pre-B .....            | 11          |
| 2.2.3. Malignant Pre-B.....                   | 11          |
| 2.2.4. Malignant Pro-B .....                  | 11          |
| 2.3. Citra Digital .....                      | 12          |
| 2.3.1. Citra Berwarna .....                   | 13          |
| 2.3.2. Citra Keabuan .....                    | 14          |
| 2.3.3. Citra Biner.....                       | 15          |
| 2.4. Pengolahan Citra Digital.....            | 15          |
| 2.5. <i>Mathematical Morphology</i> (MM)..... | 16          |
| 2.5.1. Dilasi .....                           | 17          |
| 2.5.2. Erosi .....                            | 17          |
| 2.5.3. Opening.....                           | 18          |

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| 2.5.4. Closing .....                                          | 18         |
| 2.6. <i>Local Adaptive Thresholding</i> .....                 | 19         |
| 2.7. <i>Watershed</i> .....                                   | 20         |
| 2.8. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....          | 21         |
| 2.9. <i>DenseNet121</i> .....                                 | 22         |
| <b>BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM .....</b>           | <b>23</b>  |
| 3.1. Metode Penelitian .....                                  | 23         |
| 3.2. Studi Literatur .....                                    | 23         |
| 3.3. Pengumpulan Data .....                                   | 24         |
| 3.4. Preprocessing Data.....                                  | 25         |
| 3.4.1. Analisis Keseimbangan Data .....                       | 25         |
| 3.4.2. Pembagian Data .....                                   | 26         |
| 3.4.3. Self-Dual Multiscale Morphological Toggle (SMMT) ..... | 27         |
| 3.5. Segmentasi .....                                         | 31         |
| 3.5.1. Local Adaptive Thresholding .....                      | 31         |
| 3.5.2. Watershed .....                                        | 33         |
| 3.6. Pelatihan Model .....                                    | 35         |
| 3.7. Evaluasi Model .....                                     | 36         |
| 3.8. Skenario Penelitian .....                                | 37         |
| <b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS .....</b>                    | <b>39</b>  |
| 4.1. Metode Pengujian .....                                   | 39         |
| 4.1.1. Preprocessing Data .....                               | 39         |
| 4.1.2. Segmentasi .....                                       | 53         |
| 4.1.3. Klasifikasi .....                                      | 60         |
| 4.2. Hasil Pengujian .....                                    | 63         |
| 4.2.1. Skenario Penelitian Split Data .....                   | 63         |
| 4.2.2. Skenario Penelitian Batch Size .....                   | 73         |
| 4.2.3. Skenario Pengujian Epoch .....                         | 83         |
| 4.2.4. Evaluasi Model .....                                   | 93         |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                                    | <b>99</b>  |
| 5.1. Kesimpulan .....                                         | 99         |
| 5.2. Saran .....                                              | 100        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                   | <b>101</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                  | <b>105</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Benign .....                                     | 10 |
| Gambar 2. 2 Malignant Early Pre-B .....                      | 11 |
| Gambar 2. 3 Malignant Pre-B .....                            | 11 |
| Gambar 2. 4 Malignant Pro-B .....                            | 12 |
| Gambar 2. 5. Koordinat Citra Digital .....                   | 12 |
| Gambar 2. 6. Sistem Koordinat Citra Berukuran M x N .....    | 13 |
| Gambar 2. 7. Citra Berwarna .....                            | 14 |
| Gambar 2. 8. Citra Keabuan.....                              | 14 |
| Gambar 2. 9. Citra Biner .....                               | 15 |
| Gambar 2. 10. Arsitektur DenseNet121 .....                   | 22 |
| Gambar 3. 1. Diagram alur tahapan penelitian .....           | 23 |
| Gambar 3. 2. Contoh dataset .....                            | 24 |
| Gambar 3. 3. Diagram alur preprocessing data.....            | 25 |
| Gambar 3. 4 Dataset awal .....                               | 25 |
| Gambar 3. 5 Dataset akhir.....                               | 26 |
| Gambar 3. 6 Diagram alur proses SMMT.....                    | 27 |
| Gambar 4. 1 Visualisasi Jumlah Data .....                    | 41 |
| Gambar 4. 2 Hasil Augmentasi Data.....                       | 42 |
| Gambar 4. 3 Hasil Split Data Skema 1 .....                   | 44 |
| Gambar 4. 4 Hasil Split Data Skema 2 .....                   | 44 |
| Gambar 4. 5 Hasil Split Data Skema 3 .....                   | 45 |
| Gambar 4. 6 Hasil Proses Mengatur Kecerahan dan Kontras..... | 47 |
| Gambar 4. 7 Hasil Proses Konversi Grayscale .....            | 48 |
| Gambar 4. 8 Hasil Proses Gaussian Blur .....                 | 49 |
| Gambar 4. 9 Hasil Proses Dilasi .....                        | 50 |
| Gambar 4. 10 Hasil Proses Erosi.....                         | 51 |
| Gambar 4. 11 Hasil Proses SMMT .....                         | 52 |
| Gambar 4. 12 Hasil Local Adaptive Thresholding I.....        | 54 |
| Gambar 4. 13 Hasil Local Adaptive Thresholding II.....       | 55 |
| Gambar 4. 14 Hasil Watershed I.....                          | 56 |
| Gambar 4. 15 Hasil Watershed II.....                         | 56 |
| Gambar 4. 16 Hasil Overlay I .....                           | 59 |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 17 Hasil Overlay II .....                                             | 59 |
| Gambar 4. 18 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Split Data 80:10:10..... | 64 |
| Gambar 4. 19 Hasil Confusion Matrix Skenario Split Data 80:10:10 .....          | 65 |
| Gambar 4. 20 Hasil Classification Report Skenario Split Data 80:10:10.....      | 66 |
| Gambar 4. 21 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Split Data 70:15:15..... | 67 |
| Gambar 4. 22 Hasil Confusion Matrix Skenario Split Data 70:15:15 .....          | 68 |
| Gambar 4. 23 Hasil Classification Report Skenario Split Data 70:15:15 .....     | 68 |
| Gambar 4. 24 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Split Data 60:20:20..... | 70 |
| Gambar 4. 25 Hasil Confusion Matrix Skenario Split Data 60:20:20 .....          | 71 |
| Gambar 4. 26 Hasil Classification Report Skenario Split Data 60:20:20 .....     | 71 |
| Gambar 4. 27 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Batch Size 16.....       | 74 |
| Gambar 4. 28 Hasil Confusion Matrix Skenario Batch Size 16 .....                | 75 |
| Gambar 4. 29 Hasil Classification Report Skenario Batch Size 16 .....           | 75 |
| Gambar 4. 30 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Batch Size 32.....       | 77 |
| Gambar 4. 31 Hasil Confusion Matrix Skenario Batch Size 32 .....                | 77 |
| Gambar 4. 32 Hasil Classification Report Skenario Batch Size 32 .....           | 78 |
| Gambar 4. 33 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Batch Size 64.....       | 80 |
| Gambar 4. 34 Hasil Confusion Matrix Skenario Batch Size 64 .....                | 80 |
| Gambar 4. 35 Hasil Classification Report Skenario Batch Size 64 .....           | 81 |
| Gambar 4. 36 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Epoch 10.....            | 84 |
| Gambar 4. 37 Hasil Confusion Matrix Skenario Epoch 10 .....                     | 85 |
| Gambar 4. 38 Hasil Classification Report Skenario Epoch 10 .....                | 85 |
| Gambar 4. 39 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Epoch 30.....            | 87 |
| Gambar 4. 40 Hasil Confusion Matrix Skenario Epoch 30 .....                     | 88 |
| Gambar 4. 41 Hasil Classification Report Skenario Epoch 30 .....                | 88 |
| Gambar 4. 42 Hasil Visualiasi Pelatihan Model Skenario Epoch 50.....            | 90 |
| Gambar 4. 43 Hasil Confusion Matrix Skenario Epoch 50 .....                     | 91 |
| Gambar 4. 44 Hasil Classification Report Skenario Epoch 50 .....                | 92 |
| Gambar 4. 45 Sampel Testing Tiap Kelas .....                                    | 98 |

## DAFTAR TABEL

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 1. Skema Pembagian Data .....                | 27 |
| Tabel 3. 2 Skenario Penelitian .....                  | 37 |
| Tabel 4. 1 Hasil Skenario Penelitian Split Data.....  | 72 |
| Tabel 4. 2 Hasil Skenario Penelitian Batch Size.....  | 82 |
| Tabel 4. 3 Hasil Skenario Penelitian Epoch.....       | 93 |
| Tabel 4. 4 Hasil Skenario Penelitian Keseluruhan..... | 94 |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1. Dataset Penelitian .....       | 105 |
| Lampiran 2. Sampel Testing per Kelas ..... | 105 |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*