

**KLASIFIKASI LIMFOMA NON-HODGKIN  
MENGUNAKAN RESNET PRETRAINED MODEL**

**SKRIPSI**



diajukan oleh  
**FITRI OCTAVIANI**  
**18.11.1951**

Kepada  
**PROGRAM SARJANA**  
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**  
**UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA**  
**YOGYAKARTA**  
**2022**

**KLASIFIKASI LIMFOMA NON-HODGKIN  
MENGUNAKAN RESNET PRETRAINED MODEL**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi Informatika



diajukan oleh

**FITRI OCTAVIANI**

**18.11.1951**

Kepada

**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**KLASIFIKASI LIMFOMA NON-HODGKIN  
MENGUNAKAN RESNET PRETRAINED MODEL.**

yang disusun dan diajukan oleh

**Fitri Octaviani**

**18.11.1951**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
pada tanggal 08 November 2021

**Dosen Pembimbing.**

**Anna Balta, M.Kom**

**NIK. 190302290**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**KLASIFIKASI LIMFOMA NON-HODGKIN**  
**MENGGUNAKAN RESNET PRETRAINED MODEL.**

yang disusun dan diajukan oleh

**Fitri Octaviani**

**18.11.1951**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 23 Juni 2022

**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

**Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302096**

**Anggit Dwi Hartanto, M.Kom**  
**NIK. 190302163**

**Mardhiya Hayaty, S.T., M.Kom.**  
**NIK. 190302108**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Tanggal 23 Juni 2022

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302096**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Fitri Octaviani

NIM : 18.11.1951

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut

**Klasifikasi Limfoma Non-Hodgkin Menggunakan Resnet Pretrained Model**

Dosen Pembimbing : Anna Daria, M.Kom

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 23 Juni 2022

Yang Menyatakan,


Fitri Octaviani

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbi 'alamin, kupersembahkan karya kecilku untuk orang-orang tercinta dan berjasa dalam hidupku yang tiada hentinya mendoakan, menasehati, memberikan motivasi, dan tak pernah berhenti untuk percaya :

#### **Terima Kasih**

Ayahanda Didi Mulyadi

Ibunda Rosiawati

Kakakku Zita Putri Setianingsih

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berbentuk skripsi ini dengan judul "**Klasifikasi Limfoma Non-Hodgkin Menggunakan Resnet Pretrained Model**".

Dalam penulisan skripsi ini penulis juga tidak lepas dari bantuan, arahan, dorongan, dan bimbingan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

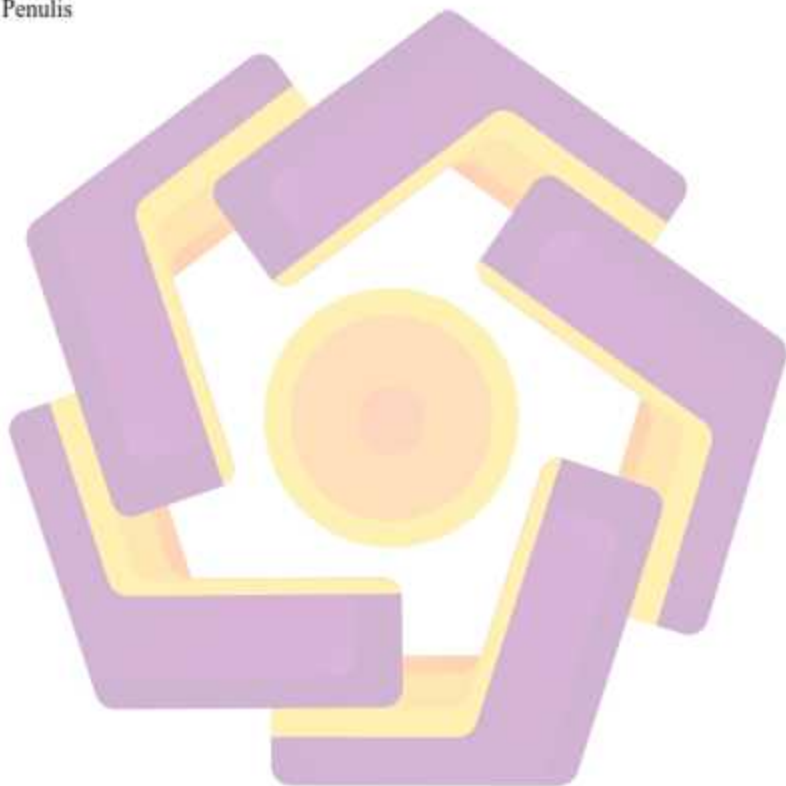
1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M. selaku rektor Universitas Amikom Yogyakarta
2. Bapak Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom. selaku dekan fakultas ilmu komputer Universitas Amikom Yogyakarta
3. Ibu Anna Baita, M.Kom selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, arahan dan dukungan dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini
4. Semua dosen fakultas ilmu komputer Universitas Amikom Yogyakarta yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih atas segala ilmunya.
5. Ayah, Ibu, dan Kakak tercinta yang selalu bersedia menjadi tempat berkeluh kesah, selalu memberikan doa, nasehat dan motivasi yang tiada habisnya, serta memberikan dukungan baik secara mental maupun materiil
6. Muhammad Kumajaya yang selalu mendukung, menemani, membantu, memberi semangat, motivasi, mengingatkan penulis untuk selalu rajin dalam mengerjakan skripsi ini, serta selalu ada di setiap kondisi, baik senang maupun susah
7. Sahabat-sahabat hebat penulis Ade Ainurahmah, Iga Nursafitri, Ribka Indriani, Izmanul Hayat, Agus Tuslam, Adhitya Laksana, Wanharyandi yang sudah menjadi keluarga yang selalu ada untuk membantu dan memberikan semangat.
8. Teman-teman yang telah membantu. Terimakasih atas informasi-informasi berguna yang diberikan terkait dengan skripsi yang tidak diketahui oleh penulis



Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna karena segala kekurangan yang ada. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang informatika.

Yogyakarta, Mei 2022

Penulis



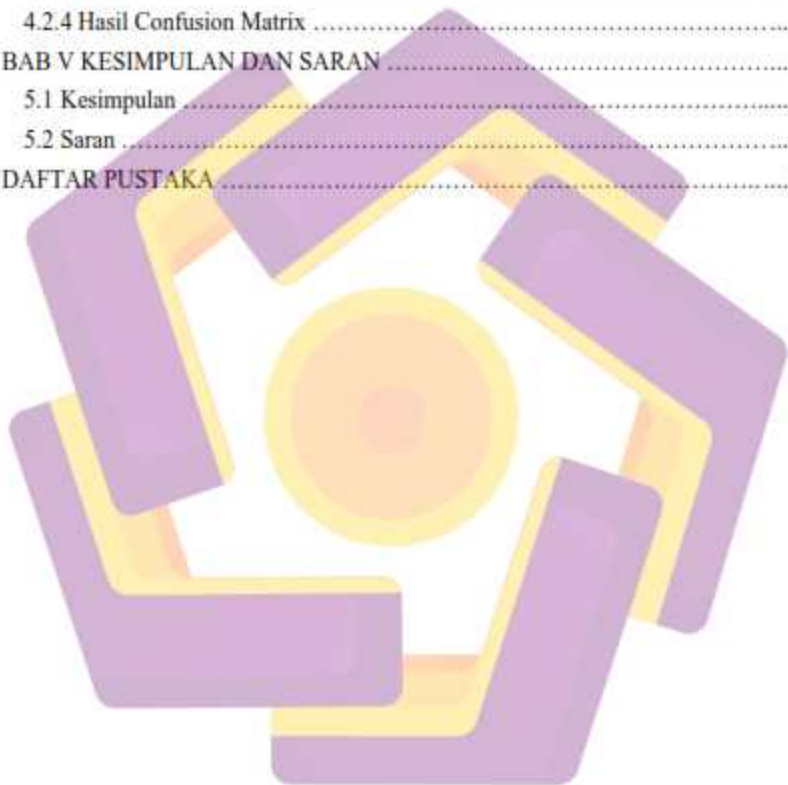


## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xv
DAFTAR ISTILAH .....	xvi
INTISARI .....	xvii
Abstract .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>3</b>
2.1 Kajian Pustaka .....	3
2.2 Keaslian Penelitian .....	5
2.3 Dasar Teori .....	7
2.3.1 Limfoma Non-Hodgkin .....	7
2.3.1.1 Chronic Lymphocytic Leukemia (CLL) .....	7
2.3.1.2 Follicular Lymphoma (FL) .....	7
2.3.1.3 Mantle Cell Lymphoma (MCL) .....	7
2.3.2 Deep Learning .....	7
2.3.3 Convolutional Neural Network .....	8
2.3.4 Transfer Learning .....	10
2.3.4.1 Transfer Learning Sebagai Feature Extraction .....	10

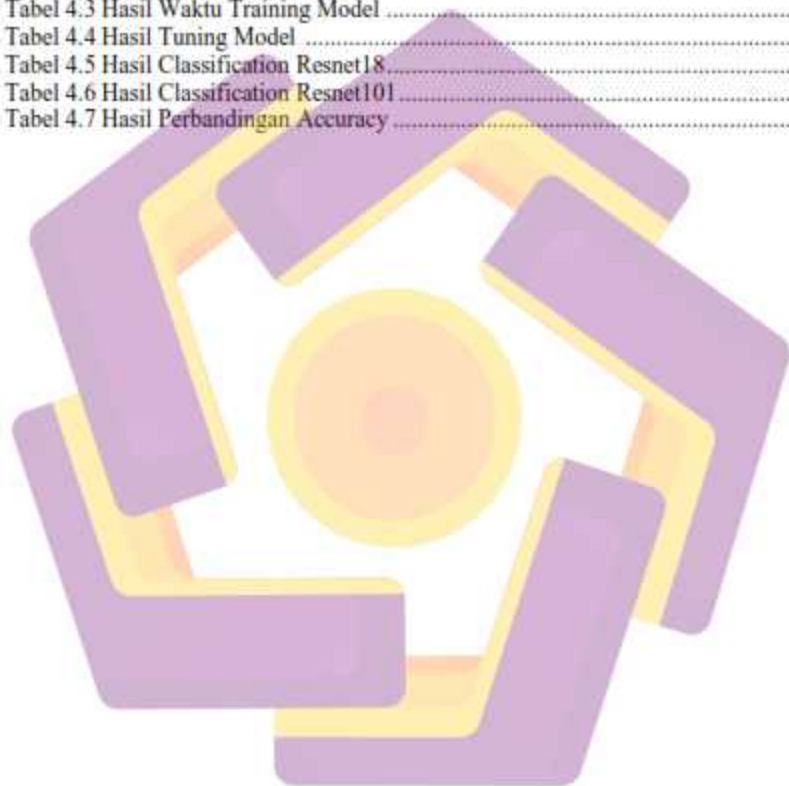
2.3.5 Pretrained Model .....	11
2.3.5.1 Resnet .....	11
2.3.5.1.1 Resnet18 .....	12
2.3.5.1.2 Resnet101 .....	13
2.3.6 Data Preprocessing .....	14
2.3.6.1 Data Augmentasi .....	14
2.3.6.2 K-Fold Cross Validation .....	15
2.3.7 Python .....	15
2.3.7.1 Library Python .....	16
2.3.8 Confusion Matrix .....	16
2.3.8.1 Accuracy .....	17
2.3.8.2 Precision .....	17
2.3.8.3 Recall .....	17
2.3.8.4 F1-Score .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>
3.1 Alat Dan Bahan .....	19
3.1.1 Alat .....	19
3.1.2 Bahan .....	19
3.2 Langkah Penelitian .....	19
3.2.1 Pengumpulan Dataset .....	20
3.2.2 Preprocessing .....	21
3.2.3 Resnet Pretrained Model .....	22
3.2.4 K-Fold Cross Validaton .....	23
3.2.5 Training Model .....	24
3.2.6 Classification .....	24
3.2.7 Confusion Matrix .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>25</b>
4.1 Implementasi .....	25
4.1.1 Instalasi Sistem .....	25
4.1.2 Hasil Implementasi Sistem .....	26
4.1.2.1 Pengumpulan Dataset .....	26
4.1.2.2 Preprocessing .....	29
4.1.2.3 Resnet Pretrained Model .....	30
4.1.2.4 K-Fold Cross Validation .....	32

4.1.2.5 Training Model .....	35
4.1.2.6 Classification .....	36
4.1.2.7 Confusion Matrix .....	37
4.2 Hasil Pengujian .....	38
4.2.1 Hasil Training Model .....	38
4.2.2 Hasil Tuning Model .....	40
4.2.3 Hasil Classification .....	41
4.2.4 Hasil Confusion Matrix .....	42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xix</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Yang Akan Dilakukan Dengan Penelitian Sebelumnya .....	5
Tabel 2.2 Perbandingan Artificial Intelligence, Machine Learning, Dan Deep Learning .....	8
Tabel 3.1 Jenis-Jenis Limfoma .....	19
Tabel 4.1 Bobot Resnet18 .....	31
Tabel 4.2 Bobot Resnet101 .....	32
Tabel 4.3 Hasil Waktu Training Model .....	40
Tabel 4.4 Hasil Tuning Model .....	40
Tabel 4.5 Hasil Classification Resnet18 .....	41
Tabel 4.6 Hasil Classification Resnet101 .....	42
Tabel 4.7 Hasil Perbandingan Accuracy .....	44

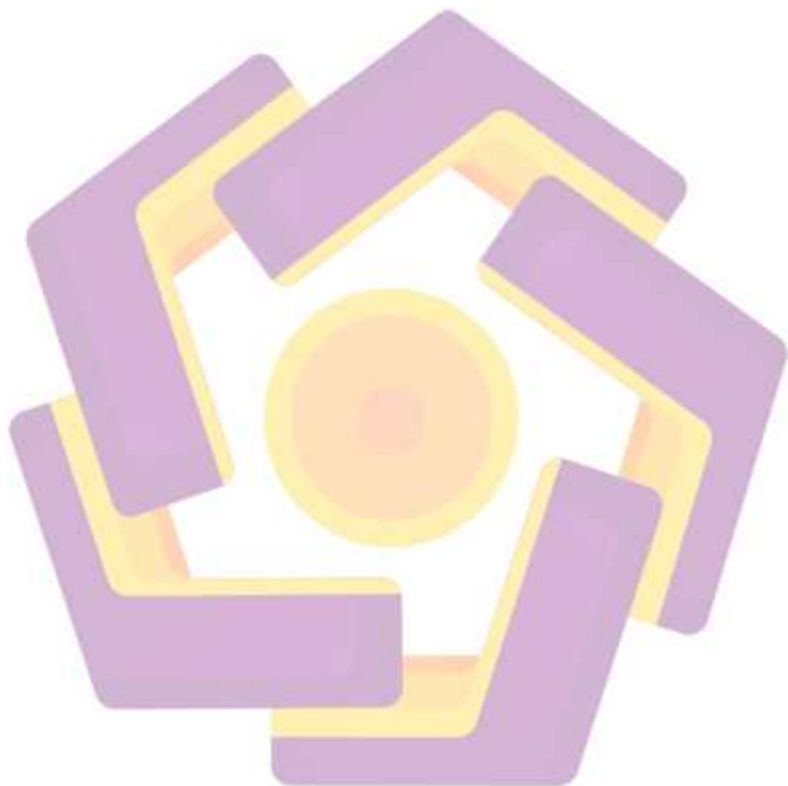


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur Convolutional Neural Network .....	9
Gambar 2.2 Model Transfer Learning .....	10
Gambar 2.3 Ilustrasi Feature Extractor .....	11
Gambar 2.4 Blok Residu .....	12
Gambar 2.5 Residual Block Resnet18 .....	12
Gambar 2.6 Arsitektur Resnet18 .....	13
Gambar 2.7 Residual Block Resnet101 .....	13
Gambar 2.8 Arsitektur Resnet101 .....	14
Gambar 2.9 Diagram Skema Prosedur K-Fold Cross Validation .....	15
Gambar 2.10 Confusion Matrix .....	17
Gambar 3.1 Langkah Penelitian .....	20
Gambar 3.2 Proses augmentasi .....	22
Gambar 3.3 Proses pembobotan resnet .....	22
Gambar 3.4 Proses k-fold .....	23
Gambar 4.1 Install Albumentations .....	25
Gambar 4.2 List Google Collab .....	25
Gambar 4.3 Uninstall OpenCV-python-headless .....	26
Gambar 4.4 Reinstall OpenCV-python-headless .....	26
Gambar 4.5 Install Optuna .....	26
Gambar 4.6 Mounting Google Drive .....	26
Gambar 4.7 Directory Dataset .....	27
Gambar 4.8 Jumlah Masing-Masing Jenis Limfoma .....	27
Gambar 4.9 Encode dan Decode .....	27
Gambar 4.10 Dimensi Input .....	27
Gambar 4.11 Contoh Limfoma .....	28
Gambar 4.12 Import Library Imageloader .....	28
Gambar 4.13 Dataset dengan Pytorch .....	28
Gambar 4.14 Import Library Augmentasi .....	29
Gambar 4.15 Proses Augmentasi .....	30
Gambar 4.16 Import Library Model .....	30
Gambar 4.17 Transfer Learning Feature Extractor .....	30
Gambar 4.18 Resnet Pretrained Model .....	31
Gambar 4.19 Bobot Resnet18 .....	31
Gambar 4.20 Bobot Resnet101 .....	32
Gambar 4.21 Import Library K-Fold .....	33
Gambar 4.22 Proses nested k-fold .....	33
Gambar 4.23 Dataframe train, valid, test .....	33
Gambar 4.24 Resize Data .....	34
Gambar 4.25 Train, Valid, dan Test dari Dataloader .....	35
Gambar 4.26 Import library training model .....	35
Gambar 4.27 Proses epoch, train loss, accuracy, dan train time .....	36
Gambar 4.28 Proses menghitung hyperparameter grid .....	36
Gambar 4.29 Proses tuning model .....	36
Gambar 4.30 Import library classification .....	37
Gambar 4.31 Proses classification Resnet18 .....	37
Gambar 4.32 Proses classification Resnet101 .....	37
Gambar 4.33 Proses menghitung confusion matrix .....	38

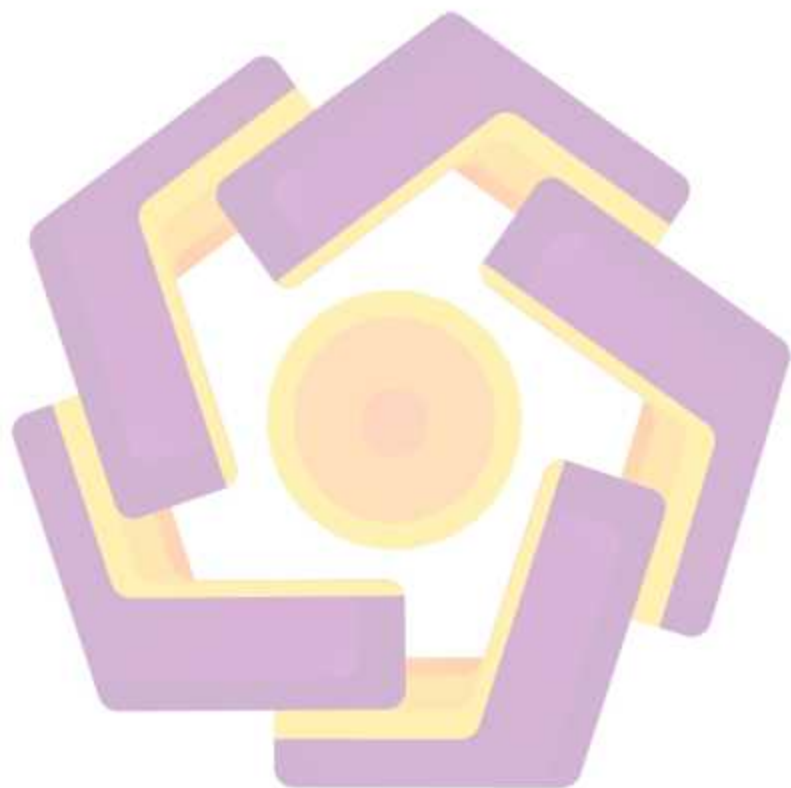


Gambar 4.34 Hasil training Resnet18 .....	39
Gambar 4.35 Hasil training Resnet101 .....	39
Gambar 4.36 Hasil Confusion matrix Resnet18 .....	43
Gambar 4.37 Hasil evaluasi Resnet18 .....	43
Gambar 4.38 Hasil Confusion matrix Resnet101 .....	43
Gambar 4.39 Hasil evaluasi Resnet101 .....	44




## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

CNN	Convolutional Neural Network
CLL	Chronic Lymphocytic Leukemia
FL	Follicular Lymphoma
MCL	Mantle Cell Lymphoma





## DAFTAR ISTILAH



Limfoma	penyakit hematologi sebagai kelompok kanker ganas yang dihasilkan dalam sel-sel sistem kekebalan tubuh seperti kelenjar getah bening.
Experimental Research	penelitian guna membangun hubungan sebab akibat yang dilakukan terhadap faktor yang menjadi sebab ( <i>independent variable</i> ) dan faktor yang diukur atau menjadi akibat ( <i>dependent variable</i> ).
Hematologi	salah satu cabang ilmu biologi kesehatan yang khusus mempelajari darah dan organ pembentuk darah.
Hematoxylin eosin (H&E)	pewarnaan jaringan utama untuk mengetahui ada atau tidaknya morfologi sel abnormal dengan hematoxylin yang mewarnai inti sel sehingga menjadi biru keunguan, dan eosin yang mewarnai sitoplasma menjadi merah muda.
Deep Learning	bagian dari <i>machine learning</i> , di mana tugas dipecah dan didistribusikan ke algoritma <i>machine learning</i> yang diatur dalam layer yang berturut-turut.

## INTISARI

Limfoma adalah penyakit hematologi sebagai kelompok kanker ganas yang dihasilkan dalam sel-sel sistem kekebalan tubuh seperti kelenjar getah bening. Biasanya limfoma didiagnosis dengan dilakukannya biopsi kelenjar getah bening lalu diikuti dengan analisis histopatologi dan metode imunohistokimia. Analisis histopatologi merupakan kriteria diagnostik yang paling penting dalam menganalisis fitur morfologi tumor di bawah mikroskop menggunakan *hematoxylin* dan *eosin* (H&E) yang memastikan bahwa struktur seperti inti sel dan sitoplasma disorot dengan memberi warna yang berbeda. Sedangkan metode imunohistokimia dilakukan untuk mendeteksi keberadaan protein spesifik guna mencari sifat-sifat molekuler kanker tertentu. Meskipun analisis dilakukan oleh ahli hematologi dan ahli patologi, diagnosis tetap sulit dilakukan karena berbagai faktor seperti kebutuhan keahlian manusia, pengalaman hebat, perbedaan pewarnaan slide, ketidakpastian, memakan waktu cukup lama, operator intensif, sangat bergantung pada subjektivitas dokter, dan seringkali metode imunohistologis dan molekuler tambahan yang mahal.

Pada Skripsi ini, penulis mencoba untuk meningkatkan akurasi klasifikasi jenis limfoma non-hodgkin dengan 3 jenis subtype diantaranya *Chronic Lymphocytic Leukemia* (CLL), *Follicular Lymphoma* (FL), dan *Mantle Cell Lymphoma* (MCL). Metode Deep Learning telah ditunjukkan untuk mengklasifikasikan gambar histopatologi dengan nilai akurasi yang tinggi. Setelah anotasi gambar seluruh slide histopatologi dan ekstraksi gambar, peneliti melatih dan mengoptimalkan algoritma convolutional neural network pada Resnet18 dan Resnet101 pretrained model.

Hasil akhir dari penelitian ini berupa *experimental research* untuk membandingkan keakuratan klasifikasi limfoma non-hodgkin menggunakan Resnet18 dan Resnet101. Yang dihasilkan dari penelitian ini bahwa Resnet18 mampu mencapai nilai akurasi sebesar 78%, sedangkan Resnet101 mampu mencapai nilai akurasi sebesar 89%.

**Kata kunci:** Resnet18, Resnet101, limfoma non-hodgkin, convolutional neural network, deep learning.

## Abstract

*Lymphoma is a hematological disease as a group of malignant cancer that are produced in the cells of the immune system such as lymph nodes. Usually, lymphoma is diagnosed by performing a lymph node biopsy followed by histopathological analysis and immunohistochemical methods. A histopathological analysis is the most important diagnostic criteria in analyzing the morphological features of tumors under the microscope using hematoxylin and eosin (H&E) which ensure that structures such as the cell nucleus and cytoplasm are highlighted by giving different colors. Meanwhile, the immunohistochemical method was used to detect the presence of specific proteins to characterize the molecular properties of certain cancers. Although the analysis was carried out by hematologists and pathologists, diagnosis remains difficult due to various factors such as the need for human expertise, great experience, differences in slide staining, uncertainty, time-consuming, intensive operator, highly dependent on physician subjectivity, and often immunohistologic and diagnostic methods expensive additional molecules.*

*In this thesis, the researchers tried to improve the classification accuracy of non-Hodgkin's lymphoma types with 3 types of subtypes including Chronic Lymphocytic Leukemia (CLL), Follicular Lymphoma (FL), and Mantle Cell Lymphoma (MCL). Deep Learning method has been shown to classify histopathological images with high accuracy values. After image annotation of all histopathological slides and image extraction, the researcher trained and optimized the convolutional neural network algorithm on the Resnet18 Resnet101 pretrained model.*

*The final result of this research is experimental research to compare the accuracy of classification of lymphoma non-Hodgkin's using Resnet18 and Resnet101. The result of this research is that Resnet18 is able to achieve an accuracy value of 78%, while Resnet101 is able to achieve an accuracy value of 89%.*

**Keyword:** Resnet18, Resnet101, limfoma non-hodgkin, convolutional neural network, deep learning.