

**TESIS**

**KLASIFIKASI CITRA RONTGEN DADA UNTUK  
MENDETEKSI PENYAKIT TUBERKULOSIS**



**Oleh:**

**Helmy Amalia Ariesta**

**21206051005**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Helmy Amalia Ariesta  
NIM : 21206051005  
Jenjang : Magister  
Program Studi : Informatika

Menyatakan bahwa naskah tesis ini dengan judul "Klasifikasi Citra Rontgen Dada Untuk Mendeteksi Penyakit Tuberkulosis" tidak terdapat pada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister di suatu Perguruan Tinggi, dan sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Yogyakarta, 26 Januari 2023

Saya yang menyatakan,



Helmy Amalia Ariesta

NIM: 21206051005

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Helmy Amalia Ariesta  
NIM : 21206051005  
Jenjang : Magister  
Program Studi : Informatika

Menyatakan secara keseluruhan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan benar-benar bebas dari plagiasi. Jika dikemudian hari saya terbukti melakukan plagiasi, maka saya siap ditindaksesuai ketentuan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 26 Januari 2023

Saya yang menyatakan,



Helmy Amalia Ariesta  
NIM: 21206051005

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

### PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-404/Un.02/DST/PP.00.9/02/2023

Tugas Akhir dengan judul : KLASIFIKASI CITRA RONTGEN DADA UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT TUBERKULOSIS

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : HELMY AMALIA ARIESTA, ST  
Nomor Induk Mahasiswa : 21206051005  
Telah diujikan pada : Rabu, 01 Februari 2023  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

#### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Ir. Shofwatul'Uyun, S.T., M.Kom.  
SIGNED

Valid ID: 63e9bc9cc042f



Penguji I

Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D  
SIGNED

Valid ID: 63e1b6b7518e4



Penguji II

Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T.  
SIGNED

Valid ID: 63e3ec398e8ca



Yogyakarta, 01 Februari 2023  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dfa. Hj. Khurul Wadati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 63e9bd44a968f

**NOTA DINAS PEMBIMBING**

Kepada Yth.,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Setelah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi terhadap penulisan tesis yang berjudul:

**Klasifikasi Citra Rontgen Dada Untuk Mendeteksi Penyakit Tuberkulosis**

Yang di tulis oleh

Nama : Helmy Amalia Ariesta

NIM : 21206051005

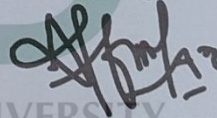
Jenjang : Magister

Program Studi : Informatika

Saya berpendapat bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Magister Informatika UIN Sunan Kalijaga untuk diujikan dalam rangka memperoleh gelar Magister Informatika.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 26 Januari 2023  
Pembimbing,



Dr. Ir. Shofwatul Uyun, S.T., M.Kom.  
NIP. 19820511 200604 2 002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## ABSTRAK

Penyakit menular yang merupakan kontributor signifikan terhadap kesehatan yang buruk dan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia adalah tuberkulosis (TB). Ahli radiologi dapat melakukan klinisi, dengan memeriksa hasil rontgen dada, namun ahli radiologi rumah sakit dalam jumlah terbatas mungkin tidak menangani tingginya permintaan untuk pembacaan rontgen dada. Oleh karena itu, otomatisasi diperlukan untuk memberikan hasil negatif tuberkulosis maupun hasil positif tuberkulosis secara cepat. Dalam hal ini machine learning merupakan sistem cerdas yang dapat digunakan.

Penelitian ini melakukan pengolahan citra digital yaitu segmentasi active contour, selanjutnya menginputkan hasil segmentasi untuk mencari nilai ekstraksi ciri statistik orde satu, GLCM dan statistik orde dua dan mengklasifikasi menggunakan algoritma KNN, LDA, NB, SVM dan decision tree

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi ciri terbaik didapatkan dari ekstraksi ciri GLCM menggunakan empat parameter (Contrast, Corelation, Energi Dan Homogenety) dengan algoritma klasifikasi KNN menghasilkan akurasi, sensitivitas dan spesivitas masing-masing 92.5%, 100%, dan 86.9%.

**Kata kunci:** *Machine Learning, Ekstraksi Ciri Statistik, Segmentasi, Chest X-Ray*

## **ABSTRACT**

*An infectious disease that is a significant contributor to poor health and one of the leading causes of death in the world is tuberculosis (TB). Radiologists can do clinical work, examining chest X-ray results, but the limited number of hospital radiologists may not handle the high demand for chest X-ray readings. Therefore, automation is needed to give tuberculosis negative results and positive tuberculosis results quickly. In this case machine learning is an intelligent system that can be used.*

*This study performs digital image processing, namely active contour segmentation, then inputs the results of segmentation to find the value of feature extraction of first-order statistics, GLCM and second-order statistics and classifies using the KNN, LDA, NB, SVM and decision tree algorithms.*

*The results showed that the best feature extraction was obtained from GLCM feature extraction using four parameters (Contrast, Correlation, Energy and Homogeneity) with the KNN classification algorithm resulting in accuracy, sensitivity and specificity of 92.5%, 100% and 86.9%, respectively.*

**Keywords:** *Machine Learning, Statistical Feature Extraction, Segmentation, Chest X-Ray*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan beribu-ribu nikmat kepada penulis, yang diantaranya ialah nikmat iman, nikmat islam, dan nikmat kesehatan, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian yang berjudul “Klasifikasi Citra Rontgen Dada Untuk Mendeteksi Penyakit Tuberkulosis”. Adapun tujuan dari penulisan tesis ini adalah untuk menuntaskan tugas akhir saya agar dapat memperoleh gelar Magister di Prodi Magister Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Pada kesempatan ini, saya selaku penulis hendak berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada saya sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Saya mengucapkan ribuan kata terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta jajarannya.
2. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta jajarannya.
3. Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Informatika
4. Dr. Ir. Shofwatul ‘Uyun, ST, M.Kom selaku Dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya, tenaganya, dan juga telah mencurahkan pemikirannya dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Magister Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membekali penulis dengan



berbagai ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.

6. Seluruh staff administrasi pada Program Studi Magister Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang secara langsung atau tidak langsung telah memberi bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.
7. Orang tua tercinta yang telah mendoakan serta memberikan dukungannya kepada saya, sehingga saya termotivasi untuk menyelesaikan tesis ini dengan baik.

Penulis berserah diri kepada Allah SWT karena tidak ada yang akan terjadi tanpa kehendaknya. Meskipun penulis telah berusaha keras dalam menyelesaikan tesis ini sebaik mungkin, tapi penulis menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran yang dapat dijadikan masukan bagi penulis nantinya agar menjadi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT meridhai penulisan ini dan senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamiin ya rabbal ‘alamin.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
Yogyakarta, Januari 2023

Helmy Amalia Ariesta

NIM. 21206051005

## PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan:

Kepada Ayah Didik dan Bunda Hamidah, semoga tugas akhir ini merupakan awal untuk mewujudkan cita-cita kalian dan tentunya cita-cita kita. Terima kasih untuk perjuangan Ayah dan terima kasih untuk kesabaran Bunda.

Untuk Dokter ahli radiologi RSUD Praya Lombok yang sudah memberikan kesempatan dalam pengambilan citra paru-paru Normal dan paru-paru Tuberkulosis.

Untuk Almamater Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta dan teman-teman Magister Jurusan Informatika Angkatan 2021.



**MOTTO**

“Berusahalah sendiri dulu, dan Tuhan akan membantumu”. \_ La Fontaine



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
PERSEMBAHAN.....	x
MOTTO.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	4
C. BATASAN MASALAH.....	4
D. TUJUAN PENELITIAN.....	4
E. MANFAAT PENELITIAN.....	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>7</b>
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
B. LANDASAN TEORI.....	13
1. Computer Vision.....	13
2. Pengolahan Citra Digital.....	13
2.1 Citra Grayscale.....	14
2.2 Histogram Equalization.....	15

2.3	Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization..	16
2.4	Segmentasi .....	17
2.4.1	Active Countur.....	18
3.	Ekstraksi Fitur.....	18
3.1	Ekstraksi Ciri Statistik Orde Pertama .....	19
3.2	Matrix GLCM (Gray Level Co_occurrence Matrix) .	21
3.3	Ekstraksi Ciri Statistik Orde Kedua.....	22
4.	Machine Learning.....	24
5.	Chest X-Ray .....	27
6.	Tuberkulosis .....	28
7.	Confusion Matrix.....	29
BAB III	METODE PENELITIAN .....	31
A.	DATA PENELITIAN.....	31
B.	TAHAPAN-TAHAPAN PENELITIAN.....	32
1.	Citra masukan.....	33
2.	Pengolahan Citra Digital .....	33
2.1	Resize Citra.....	33
2.2	Grayscaleing.....	33
2.3	Histogram Equalization .....	33
2.4	Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization..	34
2.5	Segmentasi Citra.....	34
3.	Ekstraksi Ciri .....	34
4.	Klasifikasi.....	35
5.	Evaluasi .....	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	36
A.	HASIL .....	36
1.	Citra Masukan.....	36
2.	Pengolahan Citra Digital .....	37

3. Ekstraksi Ciri .....	41
4. Klasifikasi.....	45
5. Evaluasi .....	47
5.1 Evaluasi Sistem Untuk Ekstraksi Ciri Statistik Orde Satu 47	
5.2 Evaluasi Sistem Untuk Ekstraksi Ciri GLCM .....	49
5.3 Evaluasi Sistem Untuk Ekstraksi Ciri Statistik Orde Dua .....	51
B. PEMBAHASAN.....	55
BAB V PENUTUP .....	60
A. KESIMPULAN .....	60
B. SARAN.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62
LAMPIRAN- LAMPIRAN .....	67
CURRICULUM VITAE.....	83



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	32
Gambar 4.1 (a) X-ray Rumah Sakit Umum Daerah Praya, (b) X-Ray Kaggle.....	36
Gambar 4.2 (a) X-ray Normal, (b) X-ray Tuberkulosis.....	36
Gambar 4.3 (a) Citra input, (b) Citra Hasil Resize, (c-d) Histogram ..	37
Gambar 4.4 (a) Grayscale, (b) Histogram equalization, (c) CLAHE, (d-f) Histogram.....	38
Gambar 4.5 (a) Contrast Adjesment, (b) Inisialisasi Masking, (c) Segmentasi, (d) Penggabungan Hasil CLAHE Dan Hasil Segmentasi .....	40
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Hasil Kalsifikasi Dari Ekstraksi Ciri Statistik .....	54



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Penelitian-Penelitian Sebelumnya .....	10
Tabel 4.1 Hasil ekstraksi ciri statistik orde pertama.....	42
Tabel 4.2 Hasil Ekstraksi Ciri GLCM.....	43
Tabel 4.3 Hasil Ekstraksi Ciri Statistik Orde Kedua.....	44
Tabel 4.4 Hasil TP, TN, FN dan FP.....	47
Tabel 4.5 Hasil Akurasi, Sensitivitas dan Spesivitas.....	49
Tabel 4.6 Hasil TP, TN, FN dan FP.....	49
Tabel 4.7 Hasil Akurasi, Sensitivitas dan Spesivitas.....	51
Tabel 4.8 Hasil TP, TN, FN dan FP.....	51
Tabel 4.9 Hasil Akurasi, Sensitivitas dan Spesivitas.....	53
Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Peneliti Sebelumnya.....	57

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. LATAR BELAKANG**

Penyakit menular yang merupakan kontributor signifikan terhadap kesehatan yang buruk dan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia adalah tuberkulosis (TB). Sebelum pandemi virus korona (COVID-19), tuberkulosis (TB) merupakan penyebab kematian menular yang paling umum, melebihi HIV/AIDS. *Mycobacterium* tuberkulosis, basil penyebab tuberkulosis, menyebar ketika pasien TB membatukkan bakteri ke udara. Menurut perkiraan, hampir seperempat populasi dunia telah tertular TB, namun mayoritas dari orang tersebut tidak akan terus mengembangkan penyakit dan beberapa akan sembuh dari infeksi. Sekitar 90% dari mereka yang tertular TB setiap tahunnya adalah orang dewasa, dengan laki-laki lebih sering mengalami penyakit ini daripada perempuan (*GLOBAL TUBERCULOSIS REPORT 2022*, n.d.).

*Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT PCR)* saat ini menjadi metode tes yang paling banyak digunakan untuk mendiagnosis Tuberkulosis. Tujuan untuk pencitraan radiologi dada, termasuk computed tomography (CT) dan rontgen dada yaitu dalam deteksi dini dan pengobatan penyakit ini, karena sensitivitas RT-PCR yang rendah yaitu 60% hingga 70%, gejala masih dapat ditemukan dengan melihat gambaran radiologi pasien (Muchtar et al., 2022).

Sinar-X digunakan untuk menampilkan gambar dada, yang menunjukkan bagaimana keadaan area dada pasien. Hasil gambar toraks ini menunjukkan bagaimana keadaan jantung, paru-paru, dada, dan trakea (saluran pernapasan). Daerah abu-abu putih akan muncul ketika daerah paru-paru telah terinfeksi oleh virus, bakteri, jamur, atau parasit lainnya. Seorang dokter mungkin mencurigai daerah ini untuk menentukan penyakit yang mungkin diderita pasien, seperti tuberkulosis (Maysanjaya, 2020). Sinar-X dada dapat digunakan untuk mendeteksi tuberkulosis. Dalam situasi ini, kecerdasan buatan dan teknik pembelajaran mesin akan digunakan untuk membantu dokter mengidentifikasi tuberkulosis dengan cepat dan efektif. Machine learning telah mendapat banyak perhatian dalam dunia komputer, seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi informasi. Teknologi informasi mulai mengadopsi pembelajaran mesin. Teknologi informasi saat ini berkembang di banyak industri, termasuk industri kesehatan. Dalam industri kesehatan, pembelajaran mesin digunakan untuk meramalkan penyakit. Semakin cepat suatu penyakit ditangani atau diobati dengan hasil prediksi yang cepat dikenali oleh dokter ahli radiologi (Mustopa et al., 2022).

Teknologi pembelajaran mesin telah berkembang pesat selama sepuluh tahun terakhir dan telah dimasukkan ke dalam sistem CAD untuk memberikan diagnostik yang tepat dan cepat. Lebih banyak bukti kemajuan dalam analisis citra medis muncul sebagai hasil pencapaian luar biasa kecerdasan buatan (AI). Belajar dari ukuran sampel yang kecil dan menerima pelatihan yang memadai merupakan faktor utama yang menentukan seberapa efektif model AI. Dengan dimasukkannya

ekstraksi ciri pada citra yang diteliti, salah satu yang dapat dilakukan untuk analisis citra medis (Mustopa et al., 2022). Dengan menekan atribut dari objek citra yang akan diidentifikasi, ekstraksi ciri mengatasi kesulitan model template seperti bentuk, ukuran, dan orientasi yang ada pada metode template matching. Atribut gambar template yang disimpan dalam data Base akan digunakan untuk mengidentifikasi dan mengategorikan fitur gambar yang dipetakan (R. S. Bahri & Maliki, 2012). Salah satu ekstraksi ciri yaitu ekstraksi ciri statistik orde pertama, matriks GLCM dan ekstraksi ciri statistik orde dua.

Diagnosis dini penyakit tuberkulosis akan menguntungkan pasien karena penanganan yang tepat dapat segera diberikan. Ahli radiologi dapat melakukan klinisi, dengan memeriksa hasil rontgen dada. Namun, ahli radiologi rumah sakit dalam jumlah terbatas mungkin tidak menangani tingginya permintaan untuk pembacaan rontgen dada. Oleh karena itu, otomisasi diperlukan untuk memberikan hasil negatif tuberkulosis maupun hasil positif tuberkulosis secara cepat.

Pada penelitian ini peneliti menggunakan chest x-ray paru-paru normal dan paru-paru tuberkulosis. Penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik ekstraksi ciri statistik orde satu, GLCM, statistik orde dua. Ekstraksi ciri terbaik diuji menggunakan metode klasifikasi machine learning diantaranya KNN, LDA, decision tree, NB dan SVM. Citra yang diolah didapatkan dari rumah sakit umum daerah Praya lombok NTB sebanyak 100 citra diantaranya 50 normal dan 50 TB. Dari kaggle 100 citra diantaranya 50 normal dan 50 TB.

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil kinerja terbaik dalam mengklasifikasi citra x-ray normal dan tuberkulosis dari ekstraksi ciri statistik orde satu, GLCM dan orde dua berdasarkan machine learning?

## **C. BATASAN MASALAH**

Batasan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Citra paru-paru yang digunakan diperoleh dari radiologi RSUD Praya NTB 100 citra diantaranya 50 citra normal 50 citra TB. Dari kaggle 100 citra 50 citra normal dan 50 citra TB.
2. Fokus penelitian ini hanya meneliti keberhasilan ekstraksi ciri statistik orde satu dengan enam parameter (rerata, varians, skewness, energi, entropi dan kehalusan), GLCM dengan empat parameter (correlation, energi, contrast dan homogeneity) dan orde dua dengan enam parameter (ASM, contrast, correlation, varians, IDM dan entropy) yang diuji menggunakan algoritma klasifikasi KNN, LDA, SVM, NB, dan decision tree sehingga dapat menentukan keberhasilan terbaik.
3. Ekstraksi ciri terbaik dilihat berdasarkan salah satu uji klasifikasi yang digunakan.

## **D. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil kinerja terbaik dalam mengklasifikasi citra x-ray normal dan tuberkulosis dari ekstraksi ciri statistik orde satu, GLCM dan orde dua berdasarkan machine learning.



## **E. MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara teoritis diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk pembaca yang ingin mengkaji tentang “Klasifikasi Citra Rontgen Dada Untuk Mendeteksi Penyakit Tuberkulosis”
2. Secara metodologi diharapkan penelitian ini dapat mendorong pemanfaatan machine learning, ekstraksi ciri statistik dan segmentasi untuk mempermudah dalam mengklasifikasikan citra x-ray paru-paru normal dan paru-paru tuberkulosis.
3. Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi dokter dalam mengklasifikasikan citra x-ray paru-paru normal dan paru-paru tuberkulosis.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penyusunan laporan penelitian ini dibagi dalam beberapa bab dengan tujuan mempermudah pencarian informasi yang dibutuhkan serta menunjukkan penyelesaian laporan secara sistematis. Pembagian bab tersebut adalah sebagai berikut:

### **BAB I : Pendahuluan**

Bab ini menyajikan gambaran umum yang diuraikan peneliti dalam menyusun tesis ini, hal ini meliputi: latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

## **BAB II : Landasan Teori**

Bab ini menyajikan tentang penjelasan dan pembahasan mengenai teori-teori yang terkait dalam penelitian ini yaitu tentang Klasifikasi Tuberkulosis Menggunakan Chest X-Ray Dengan Machine Learning, Ekstraksi Fitur Dan Segmentasi.

## **BAB III : Metode Penelitian**

Bab ini menyajikan metode yang akan digunakan oleh peneliti dalam menjawab pokok masalah.

## **BAB IV : Hasil Dan Pembahasan**

Bab ini berisi tentang hasil Klasifikasi Tuberkulosis Menggunakan Chest X-Ray Dengan Machine Learning, Ekstraksi Fitur Dan Segmentasi.

## **BAB V : Penutup**

Bab ini menyajikan kesimpulan atau menjawab perumusan masalah dalam penelitian ini serta memberikan saran-saran untuk peneliti selanjutnya.

## BAB V PENUTUP

### A. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian ini maka dapat diketahui hasil kinerja terbaik dalam mengklasifikasi citra x-ray normal dan tuberkulosis dari ekstraksi ciri statistik orde satu, GLCM dan orde dua adalah sebagai berikut:

1. Hasil klasifikasi menggunakan ekstraksi ciri statistik orde satu dengan enam parameter (rerata, varians, skewness, energi, entropi dan kehalusan) terbaik didapatkan dari algoritma SVM dengan akurasi 90% sensitivitas 100 % dan spesivitas 83.3%, ekstraksi ciri GLCM dengan empat parameter (correlation, energi, contrast dan homogeneity) terbaik didapatkan dari algoritma KNN dengan akurasi 92.5% sensitivitas 100% dan spesivitas 86.9% dan ekstraksi ciri statistik orde dua dengan enam parameter (ASM atau energi, contrast, correlation, varians, IDM atau homogeneity dan entropy) terbaik didapatkan dari algoritma klasifikasi NB dengan akurasi 87.5% sensitivitas 94.1% dan spesivitas 87.5%.
2. Berdasarkan ekstraksi ciri statistik orde satu, GLCM dan statistik orde dua dengan lima uji klasifikasi yaitu KNN, LDA, NB, SVM dan Decision tree didapatkan akurasi terbaik dari ekstraksi ciri GLCM empat parameter (correlation, energi, contrast dan homogeneity) dengan uji klasifikasi KNN yang menghasilkan akurasi, sensitivitas dan spesivitas masing-masing 92.5%, 100%, dan 87.5%.

## **B. SARAN**

Perlu penelitian lanjutan terkait proses seleksi fitur dengan melakukan data mining hasil ekstraksi fitur citra chest x-ray yang digunakan untuk menentukan nilai inputan klasifikasi, sehingga memperoleh akurasi yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agussationo, Y., Soesanti, I., & Najib, W. (2018). Klasifikasi Citra X-Ray Diagnosis Tuberkulosis Berbasis Fitur Statistis. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 2(3), 736–745. <https://doi.org/10.29207/resti.v2i3.523>
- Ahmaed, N., & Hadinegore, A. (2020). Metode Histogram Equalization untuk Perbaikan Citra Digital. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Teraapan (SEMANTIK)*, 3(Semantik), 439–445. <http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/semantik/article/view/185>
- As, A. H., Ja, W., & Rahman, M. F. (2020). Informatika Penentuan Metode Terbaik Dalam Menentukan Jenis Pohon Pisang Menurut Tekstur Daun (Metode K-NN dan SVM). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Informatika*, 6(2), 128–136.
- Bahri, R. S., & Maliki, I. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching Dan Feature Extraction Pada Optical Character Recognition. *Jurnal Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)*, 1(1), 187–198. [http://repo.pens.ac.id/1324/1/Paper\\_TA\\_MBAH.pdf](http://repo.pens.ac.id/1324/1/Paper_TA_MBAH.pdf)
- Bahri, S., Wajhillah, R., & Adiwisastro, M. F. (2021). Diagnosa Tuberculosis Paru Berbasis Citra X-ray. *Indonesian Journal on Computer and Information Technology*, 6(2), 181–186.
- Dodi Andre Putra, Na'am, J., & Yuhandri. (2022). Identifikasi Objek pada Citra Thorax X-Ray Pasien COVID-19 dengan Metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 4, 33–38. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i1.184>
- Eliyani, E., & Nizam, F. (2021). Pemilihan Metode Segmentasi Pada Citra Ultrasonografi Ovarium. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 16(1), 14. <https://doi.org/10.30587/e-link.v16i1.2731>
- Farokhah, L. (2020). Implementasi K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Bunga Dengan Ekstraksi Fitur Warna RGB. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(6), 1129.

<https://doi.org/10.25126/jtiik.2020722608>

- Fauzi, A., & Riana, D. (2018). Metode Segmentasi Canny pada Citra Rontgen untuk Klasifikasi Penyakit Paru. *Seminar Nasional Inovasi Dan Tren (SNIT)*, 1(1), 143. <http://jti.respati.ac.id/index.php/jurnaljti/article/viewFile/1/1>
- Fauzi, R. A., Cholissodin, I., & Rahayudi, B. (2021). *Pemanfaatan Spark untuk Analisis Sentimen Mengenai Netralitas Berita dalam Membahas Pemilu Presiden 2019 Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier*. 5(3), 1070–1077.
- Fauziningrum, M. Pd, E., & Encis Indah Suryaningsih, S.T., M. P. (2021). Evaluasi Dan Prediksi Penguasaan Bahasa Inggris Maritim Menggunakan Metode Decision Tree Dan Confusion Matrix (Studi Kasus Di Universitas Maritim Amni). *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- GLOBAL TUBERCULOSIS REPORT 2022*. (n.d.). World Health Organization. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Khairina, N., Sibarani, T. T. S., Muliono, R., Sembiring, Z., & Muhathir, M. (2022). Identification of Pneumonia using The K-Nearest Neighbors Method using HOG Fitur Feature Extraction. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 5(2), 562–568. <https://doi.org/10.31289/jite.v5i2.6216>
- Kusumadewi, S. (2009). Klasifikasi Status Gizi Menggunakan Naive Bayesian Classification. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.21512/commit.v3i1.506>
- Marisha Pertiwi. (2022). Identifikasi Citra Paru-Paru pada Pasien COVID-19 dengan Teknik Edge Detection. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 4, 6–9. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v4i4.146>
- Maysanjaya, I. M. D. (2020). Klasifikasi Pneumonia pada Citra X-rays Paru-paru dengan Convolutional Neural Network. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(2), 190–195. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v9i2.66>



- Muchtar, A., Yudono, S., Kuspranoto, A. H., De, A., & Sidik, W. (2022). Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik Untuk Klasifikasi Covid-19 Berbasis Tekstur Menggunakan Orde Pertama Berdasarkan Citra Chest X-Ray. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 9(4), 799–808. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202295663>
- Mustopa, A., Nawawi, H. M., Agustiani, S., Wildah, S. K., Informasi, S., Kota, K., Sarana, U. B., Informatika, T., Informasi, F. T., Mandiri, U. N., Komputer, T., Bina, U., Informatika, S., Pusat, K. J., Learning, M., & Fitur, E. (2022). Ekstraksi Fitur dengan Classifier Random Forest untuk Memprediksi Covid 19 Berdasarkan Hasil Rontgen Thorax Feature Extraction with Random Forest Classifier to Predict Covid 19 Based on Results Thorax X - ray. *Jurnal Sistem Informasi*, 11, 515–525.
- Nurtantio A, P., T.Sutojo, & Muljono. (2017). *Pengolahan Citra Digital* (A. Pramesta (Ed.)). Penerbit ANDI.
- Pambudi, W. S., & Tompunu, A. N. (2012). Aplikasi Sensor Vision untuk Deteksi MultiFace dan Menghitung Jumlah Orang. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2012 (Semantik 2012)*, 2012(Semantik), 26–33.
- Prasetyo, B. D. (2020). *KLASIFIKASI CITRA X-RAY PARU-PARU ANAK PNEUMONIA DAN NON-PNEUMONIA MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI DAN DETEKSI TEPI*. islam indonesia yogyakarta.
- Pushpita Anna Octaviani, Yuciana Wilandari, D. I. (2014). Penerapan Metode SVM Pada Data Akreditasi Sekolah Dasar Di Kabupaten Magelang. *Jurnal Gaussian*, 3(8), 811–820.
- Rahman, T., Khandakar, A., Kadir, M. A., Islam, K. R., Islam, K. F., Mazhar, R., Hamid, T., Islam, M. T., Kashem, S., Mahbub, Z. Bin, Ayari, M. A., & Chowdhury, M. E. H. (2020). Reliable tuberculosis detection using chest X-ray with deep learning, segmentation and visualization. *IEEE Access*, 8, 191586–191601. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3031384>
- Ramdhani, Y. (2015). Komparasi Algoritma LDA Dan Naïve Bayes Dengan Optimasi Fitur Untuk Klasifikasi Citra Tunggal Pap Smear. *Informatika*, II(2), 434–441.

<https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ji/article/view/130%0>  
[Ahttps://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ji/article/download/130/105](https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ji/article/download/130/105)

- Riadi, A. A., Chamid, A. A., & Sokhibi, A. (2017). Analisis Komparasi Metode Perbaikan Kontras Berbasis Histogram Equalization Pada Citra Medis. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 8(1), 383–388. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i1.1026>
- Rifki Kosasih. (2021). Klasifikasi Tingkat Kematangan Pisang Berdasarkan Ekstraksi Fitur Tekstur dan Algoritme KNN. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 10(4), 383–388. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i4.462>
- Roihan, A., Sunarya, P. A., & Rafika, A. S. (2020). Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 5(1), 75–82. <https://doi.org/10.31294/ijcit.v5i1.7951>
- Said, Q., Ernawati, I., & Santoni, M. M. (2021). Identifikasi Tuberkulosis Paru Berdasarkan Foto Sinar-X Thorax Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, 17(1), 27. <https://doi.org/10.52958/iftk.v17i1.2222>
- Septiaji, Ahadhi, & Hermas. (2018). Identifikasi Pengolahan Citra Deteksi Penyakit Kista Menggunakan Metoda Ekstraksi Gray Level Cooccurrence Matrix Dan Metoda Klasifikasi Decision Tree Identification Image Processing Detection of Cysts Periapical Via Radiograph Periapical in Human Dental Wi. 5(2), 2082–2089.
- Sinaga, I. P., Prasetya, I., Wibawa, D., & Kuniawan, E. (2017). Background Substraction Dan Haar Cascade People Counter and Face Identification System With Background. *E-Proceeding of Engineering*, 4(2), 1544–1551.
- Syaputri, S., & Zulkarnain, Z. (2019). Segmentasi Citra Paru-Paru Menggunakan Metode Kontur Aktif Dengan Validasi Roc. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 16(2), 91. <https://doi.org/10.31258/jkfi.16.2.91-95>
- Wikanargo, M. A., & Thenata, A. P. (2018). Image Segmentation of

Chest X-Rays for Abnormality Pattern Recognition in Lungs  
Using Fuzzy C-Means Method. *Jurnal Terapan Teknologi  
Informasi*, 2(2), 101–111.  
<https://doi.org/10.21460/jutei.2018.22.98>

