



**KLASIFIKASI PENYAKIT PERNAPASAN BERDASARKAN AUDIO
SUARA PARU-PARU MENGGUNAKAN DEEP FEATURE DENGAN
ALGORITMA MACHINE LEARNING**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

ELVINA NUR HANA

NIM 2111016220002

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

JUNI 2025



**KLASIFIKASI PENYAKIT PERNAPASAN BERDASARKAN AUDIO
SUARA PARU-PARU MENGGUNAKAN *DEEP FEATURE* DENGAN
ALGORITMA *MACHINE LEARNING***

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

ELVINA NUR HANA

NIM 2111016220002

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

JUNI 2025

SKRIPSI

KLASIFIKASI PENYAKIT PERNAPASAN BERDASARKAN AUDIO SUARA PARU-PARU MENGGUNAKAN *DEEP FEATURE* DENGAN ALGORITMA *MACHINE LEARNING*

Oleh:

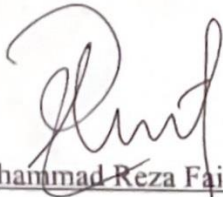
ELVINA NUR HANA

NIM. 2111016220002

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 25 Juni 2025.

Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



Mohammad Reza Faisal, S.T., S.Si., M.T., Ph.D

NIP. 197612202008121001

Dosen Penguji I



Muhammad Itqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom.

NIP. 199006122019031013

Pembimbing II



Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom.

NIP. 198704212012122003

Dosen Penguji II



Setyo Wahyu Saputro, S.Kom., M.Kom.

NIP. 198808072023211027

Banjarbaru, 01 Juli 2025

Koordinator PS Ilmu Komputer



Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom.

NIP. 198704212012122003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 5 Juni 2025

Yang Menyatakan,



Elvina Nur Hana

NIM. 2111016220002

ABSTRAK

KLASIFIKASI PENYAKIT PERNAPASAN BERDASARKAN AUDIO SUARA PARU-PARU MENGGUNAKAN *DEEP FEATURE* DENGAN ALGORITMA *MACHINE LEARNING*

(Oleh : Elvina Nur Hana; Pembimbing: Mohammad Reza Faisal., S.Si., S.T., M.T., Ph.D. dan Dwi Kartini., S.Kom., M.Kom.; 2025; 66 halaman)

Diagnosis dini penyakit pernapasan sulit dilakukan karena analisis suara paru-paru membutuhkan keterampilan profesional medis. Penyakit pernapasan adalah salah satu penyebab utama kematian di dunia, sehingga deteksi dini sangatlah penting. Identifikasi otomatis dimungkinkan oleh kecerdasan buatan. Namun, data suara paru-paru tidak terstruktur, sementara kecerdasan buatan sering kali membutuhkan data yang terstruktur. Oleh karena itu, ekstraksi fitur diperlukan untuk menyusun data suara. Teknik tradisional seperti *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) sering digunakan, tetapi menghasilkan fitur dan informasi yang terbatas secara dimensi dan kedalaman informasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan *deep feature*, yang menghasilkan fitur dengan struktur yang lebih mendalam, sebagai solusi. Penelitian ini menerapkan tiga arsitektur *Convolutional Neural Network* sebagai *deep feature*, yaitu VGG-16, DenseNet-121, dan ResNet-50, dengan klasifikasi *machine learning*, yaitu Random Forest, Support Vector Machine (SVM), Naïve Bayes, dan K-Nearest Neighbors (KNN). Penelitian ini akan mengidentifikasi kombinasi metode terbaik yang optimal. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa klasifikasi penyakit pernapasan dapat menggabungkan *deep feature* dan klasifikasi *machine learning*. Hasil 10-fold cross validation menunjukkan bahwa ketiga arsitektur CNN berkinerja terbaik pada SVM dengan kernel linier. Akurasi VGG-16 adalah 70,63%, ResNet-50 adalah 64,93%, dan DenseNet-121 adalah 73,58%.

Kata Kunci: Penyakit pernapasan, suara paru-paru, *deep features*, spektrogram, *Machine learning*

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF RESPIRATORY DISEASES BASED ON LUNG SOUND AUDIO USING DEEP FEATURES WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS

(By : Elvina Nur Hana; Supervisors: Mohammad Reza Faisal., S.Si., S.T., M.T., Ph.D. and Dwi Kartini., S.Kom., M.Kom.; 2025; 66 pages)

Early diagnosis of respiratory diseases is difficult as lung sound analysis requires the skills of medical professionals. Respiratory diseases are one of the leading causes of death in the world, so early detection is critical. Automatic identification is made possible by artificial intelligence. However, lung sound data is unstructured, while artificial intelligence often requires structured data. Therefore, feature extraction is required to structure the voice data. Traditional techniques such as Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) are often used, but they produce features and information that are limited in terms of dimension and depth of information. This study uses a deep feature approach, which produces features with a deeper structure, as a solution. This research applies three Convolutional Neural Network (CNN) architectures as deep features, namely VGG-16, DenseNet-121, and ResNet-50, with machine learning classifications, namely Random Forest, Support Vector Machine (SVM), Naïve Bayes, and K-Nearest Neighbors (KNN). This research will identify the best optimal combination of methods. The results of this study indicate that respiratory disease classification can combine deep features and machine learning classification. The results of 10-fold cross-validation show that the three CNN architectures perform best on SVM with a linear kernel. The accuracy of VGG-16 is 70.63%, ResNet-50 is 64.93%, and DenseNet-121 is 73.58%.

Keywords: *respiratory diseases, lung sound, deep feature, spectrogram, machine learning*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Penyakit Pernapasan Berdasarkan Audio Suara Paru-Paru Menggunakan *Deep Feature* Dengan Algoritma *Machine Learning*” untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan S1 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat. Tak lupa penulis panjatkan sholawat dan salam ke hadirat Rasulullah Muhammad SAW beserta sahabat, keluarga, dan pengikut beliau hingga *yaumul qiama*.

Pada lembar ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang sangat mendukung penulis dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini, adapun yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Kedua orang tuaku, Ayahanda Halifathurahman dan Ibunda Novi Riana atas segala pengorbanan, tulus kasih yang diberikan, doa yang terus mengalir, semangat, dan dukungan kepada penulis agar bisa menyelesaikan pendidikan penulis.
2. Bapak Mohammad Reza Faisal, S.T., S.Si., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing utama atas kesabaran, pengarahan, saran dan meluangkan waktunya untuk penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
3. Ibu Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom. Selaku dosen pembimbing pendamping sekaligus Koordinator Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM yang membantu dalam membimbing penyelesaian tugas akhir ini serta memahami setiap kesulitan yang penulis hadapi.
4. Seluruh Dosen dan Staff Prodi Ilmu Komputer atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama perkuliahan hingga penyelesaian studi.
5. Para kakak tingkat yang telah membantu mengarahkan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Teman-teman di RyzenGen'21, atas kebersamaan, tawa, dukungan moril maupun bantuan tenaga selama hampir empat tahun masa perkuliahan.
7. Terkhusus untuk Minda, Yasmin, Rini dan Winda terima kasih telah

menjadi bagian penting dari perjalanan ini. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan persahabatan yang kalian berikan sejak awal hingga akhir.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Dan yang terakhir, untuk diri saya sendiri, Elvina Nur Hana, Terima kasih telah bertahan dalam setiap proses yang tidak mudah. Terima kasih telah memilih untuk terus melangkah meski dihadapkan pada kelelahan dan keputusasaan. Apresiasi yang sebesar-besarnya saya berikan kepada diri saya sendiri karena telah menyelesaikan perjalanan ini dan meraih gelar yang telah dinantikan.

Akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan ini jauh lebih dari sempurna dan penulis mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan dan mutu penulisan skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan pembaca khususnya serta mendapat keridhaan Allah SWT.

Banjarbaru, 5 Juni 2025



Elvina Nur Hana

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Terdahulu	6
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 Penyakit Pernapasan	11
2.2.2 Spektrogram.....	11
2.2.3 <i>Deep Feature</i>	12
2.2.4 <i>Convolutional Neural Network</i>	13

2.2.5 <i>Random Undersampling</i>	16
2.2.6 <i>10-Fold Cross Validation</i>	17
2.2.7 <i>Machine Learning</i>	17
2.2.8 <i>Confusion Matrix</i>	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Alat Penelitian.....	23
3.2. Bahan Penelitian	23
3.3. Prosedur Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil	27
4.1.1 Pengumpulan Dataset.....	27
4.1.2 <i>Preprocessing</i>	27
4.1.3 Ekstraksi <i>Deep Feature</i>	31
4.1.4 <i>Random Undersampling</i>	31
4.1.5 <i>10-Fold Cross Validation</i>	32
4.1.6 Klasifikasi <i>Machine Learning</i>	33
4.1.7 Evaluasi Kinerja Model Klasifikasi Algoritma <i>Machine Learning</i> ..	34
4.2 Pembahasan.....	36
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	46
RIWAYAT PENULIS	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Keaslian Penelitian.....	8
Tabel 2. Perancangan Penelitian	10
Tabel 3. <i>Function Mathematics</i> Kernel SVM.....	20
Tabel 4. <i>Confusion Matrix Multiclass</i>	21
Tabel 5. Dataset ICBHI 2017.....	27
Tabel 6. Distribusi Dataset pada Setiap Kelas	28
Tabel 7. Jumlah Fitur dari Hasil <i>Deep Feature</i>	31
Tabel 8. Parameter Konfigurasi Ekstraksi <i>Deep Feature</i> CNN.....	31
Tabel 9. Disitribusi Jumlah Data ICBHI 2017 pada Setiap Kelas	32
Tabel 10. Parameter Konfigurasi Model Klasifikasi <i>Machine Learning</i>	33
Tabel 11. Perhitungan Manual Evaluasi pada SVM Kernel Linear Arsitektur VGG-16.....	34
Tabel 12. Hasil Metriks Evaluasi.....	35
Tabel 13. Perbandingan Metode dan Performa dengan Penelitian Sebelumnya ..	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Ilustrasi <i>Spectrogram</i> RGB (Petmezas et al., 2022)	12
Gambar 2. Ilustrasi Arsitektur VGG-16 (Sriram et al., 2022)	14
Gambar 3. Ilustrasi Arsitektur ResNet-50 (Canese et al., 2022).....	15
Gambar 4. Ilustrasi Arsitektur DenseNet-121 (Huynh et al., 2022)	16
Gambar 5. Ilustrasi dari Random Undersampling (Joloudari et al., 2023)	16
Gambar 6. Diagram Cara Kerja <i>Random Forest</i> (L. Wang et al., 2024)	18
Gambar 7. Ilustrasi Klasifikasi menggunakan SVM dengan Berbagai Jenis Kernel (Scikit-learn developers, 2025)	20
Gambar 8. Diagram Alur Kerja Penelitian.....	24
Gambar 9. <i>Waveform</i> Audio Suara Paru-Paru Normal	28
Gambar 10. <i>Waveform</i> Audio Suara Paru-Paru <i>Crackles</i>	28
Gambar 11. <i>Waveform</i> Audio Suara Paru-Paru <i>Wheezes</i>	29
Gambar 12. <i>Waveform</i> Audio Suara Paru-Paru <i>Crackles and Wheezes</i>	29
Gambar 13. (a) Spektrogram Kelas Normal; (b) Spektrogram Kelas <i>Crackles</i> ; (c) Spektrogram Kelas <i>Wheezes</i> ; (d) Spektrogram Kelas <i>Crackles And Wheezes</i>	30
Gambar 14. Proses 10-Fold Cross Validation.....	33
Gambar 15. <i>Confusion Matrix</i> SVM Kernel Linier pada VGG-16.....	35
Gambar 16. <i>Confusion Matrix</i> SVM Linier pada Resnet-50	36
Gambar 17. <i>Confusion Matrix</i> SVM Linier pada DenseNet-121	36
Gambar 18. Akurasi Rata-Rata Berdasarkan Model <i>Deep Feature</i>	38
Gambar 19. Akurasi Rata-Rata Berdasarkan Model Klasifikasi Machine Learning	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Lampiran 1. *Preprocessing – Source code resampling, Cropping, dan sample padding*

Lampiran 2. *Preprocessing – Source code Mengubah Audio ke Spektrogram*

Lampiran 3. *Deep Feature – Source code deep feature arsitektur VGG-16*

Lampiran 4. *Deep Feature – Source code deep feature arsitektur ResNet-50*

Lampiran 5. *Deep Feature – Source code deep feature arsitektur DenseNet-121 53*

Lampiran 6. *Source Code untuk Random Undersampling*

Lampiran 7. *Klasifikasi – Source Code pustaka yang digunakan*

Lampiran 8. *Klasifikasi – Source Code untuk melatih model dengan Cross Validation*

Lampiran 9. *Klasifikasi – Source Code Fungsi untuk Mengevaluasi Model*

Lampiran 10. *Klasifikasi – Source Code Confusion Matrix*

Lampiran 11. *Klasifikasi – Source Code Main*