



**KLASIFIKASI SUARA PARU MENGGUNAKAN *STACKED SPECTROGRAM*
DAN *LONG SHORT-TERM MEMORY***

Skripsi

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

**Oleh
GALUH RATU AYU HERDIANI DEWI TRIISORA
NIM. 1811016220029**

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

JUNI 2025



**KLASIFIKASI SUARA PARU MENGGUNAKAN *STACKED SPECTROGRAM*
DAN *LONG SHORT-TERM MEMORY***

Skripsi

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

**Oleh
GALUH RATU AYU HERDIANI DEWI TRIISORA
NIM. 1811016220029**

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

JUNI 2025

SKRIPSI

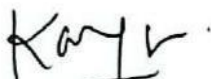
KLASIFIKASI SUARA PARU MENGGUNAKAN *STACKED SPECTROGRAM* DAN *LONG SHORT-TERM MEMORY*

Oleh:
GALUH RATU AYU HERDIANI DEWI TRIISORA
NIM 1811016220029

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 26 Juni 2025

Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



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

NIP. 198704212012122003

Dosen Penguji I



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

NIP. 199006122019031013

Pembimbing II



Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng.

NIP. 198001122009121002

Dosen Penguji II



Friska Abadi, S.Kom., M.Kom.

NIP. 198809132023211010

Banjarbaru, 26 Juni 2025

Koordinator Program Studi 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 diberikan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka

Banjarbaru, 26 Juni 2025



Galuh Ratu Ayu Herdiani Dewi Triisora

NIM. 1811016220029

ABSTRAK

KLASIFIKASI SUARA PARU MENGGUNAKAN *STACKED SPECTROGRAM* DAN *LONG SHORT-TERM MEMORY* (Oleh: Galuh Ratu Ayu Herdiani Dewi Triisora; Pembimbing: Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom. dan Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng. ; 2025; 40 halaman)

Penyakit pernapasan merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia, dengan *Chronic Obstructive Pulmonary Disease* (COPD) menempati peringkat ketiga tertinggi. Deteksi dini melalui auskultasi paru sangat penting, namun interpretasi suara paru masih bersifat subjektif dan bergantung pada keahlian praktisi. Oleh karena itu, diperlukan sistem klasifikasi otomatis berbasis kecerdasan buatan untuk meningkatkan akurasi dan objektivitas diagnosis. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kinerja klasifikasi suara paru menggunakan teknik ekstraksi fitur berbasis berbagai variasi *Spectrogram* dan model *Long Short-Term Memory* (LSTM). Data yang digunakan merupakan gabungan dataset ICBHI 2017 Challenge dan King Abdullah University Hospital (KAUH) yang telah melalui proses segmentasi, augmentasi, dan undersampling sehingga menghasilkan distribusi data lebih seimbang pada 10 kelas penyakit. Data audio dikonversi menjadi *stacked spectrogram* (STFT, Mel, dan Log-Mel) dan diproses menjadi urutan input untuk model LSTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur LSTM dengan penambahan recurrent dropout dan penggunaan *stacked spectrogram* mencapai akurasi terbaik sebesar **80,33%**. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi *stacked spectrogram* dan LSTM mampu mengklasifikasikan suara paru secara otomatis, serta memiliki potensi untuk mendukung proses diagnosis penyakit pernapasan secara lebih akurat dan objektif.

Kata kunci: Suara Paru, *Spectrogram*, *Mel Spectrogram*, *Log Mel Spectrogram*, LSTM

ABSTRACT

LUNG SOUNDS CLASSIFICATION USING SPECTROGRAMS AND LONG SHORT-TERM MEMORY

(By: Galuh Ratu Ayu Herdiani Dewi Triisora; Supervisor: Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom. dan Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng. ; 2025; 40 pages)

*Respiratory diseases are among the leading causes of death worldwide, with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) ranked as the third most common cause. Early detection through lung auscultation plays a crucial role; however, interpretation of lung sounds remains subjective and heavily dependent on the practitioner's expertise. Therefore, an automated classification system based on artificial intelligence is needed to improve diagnostic accuracy and objectivity. This study aims to evaluate the performance of lung sound classification using feature extraction techniques based on various spectrogram types and a Long Short-Term Memory (LSTM) model. The dataset used in this research combines the ICBHI 2017 Challenge and King Abdullah University Hospital (KAUH) datasets, which were processed through segmentation, augmentation, and undersampling to produce a more balanced distribution across 10 disease classes. Audio recordings were converted into stacked spectrograms (STFT, Mel, and Log-Mel) and further processed into sequential input suitable for the LSTM model. The results show that the LSTM architecture with recurrent dropout and stacked spectrogram input achieved the highest classification accuracy of **80.33%**. These findings indicate that the combination of stacked spectrogram and LSTM is capable of automatically classifying lung sounds and holds potential as a supporting tool for more accurate and objective respiratory disease diagnosis.*

Keywords: Lung Sounds, Spectrogram, Mel Spectrogram, Log Mel Spectrogram, LSTM

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Suara Paru Menggunakan *Stacked Spectrogram* dan *Long Short-Term Memory*” untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan program S-1 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat.

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

1. Kedua orang tua penulis, kedua kakak penulis, dan anggota keluarga lainnya yang selalu memberikan bantuan, semangat, doa dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing utama dan Koordinator Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu demi kelancaran penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu untuk penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak M. Itqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom. selaku dosen ketua penguji yang sudah memberikan masukan yang membantu dalam meningkatkan kualitas penyusunan laporan penelitian ini
5. Bapak Friska Abadi, S.Kom., M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membantu penyempurnaan penelitian ini.
6. Bapak Rudy Herteno, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing akademik atas bimbingan dan arahannya selama penulis menempuh studi di program ini.
7. Seluruh Dosen dan staf Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama ini yang sangat bermanfaat.
8. Rahmi, Fachlia, Sahda, Yahya, serta semua teman-teman dari Ilmu Komputer yang telah membantu penulis dalam berbagai macam aspek sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

9. *Franchise* musik *Love Live!*, terutama grup Aqours, yang telah menjadi sumber semangat dan inspirasi penulis selama sepuluh tahun terakhir, termasuk dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan pada penelitian selanjutnya. Diharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak dan dapat menambah pengetahuan kita semua.

Banjarbaru, 26 Juni 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Gadi' with a small '3' above the final stroke.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kajian Terdahulu	4
2.2 Keaslian Penelitian.....	8
2.3 Penyakit Pernapasan	13
2.4 Auskultasi	14
2.5 <i>Spectrogram</i>	14
2.6 <i>Mel Spectrogram</i>	16
2.7 <i>Log Mel Spectrogram</i>	17
2.8 LSTM.....	18
2.9 Evaluasi model.....	20
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 Data.....	27
4.1.2	<i>Preprocessing Data</i>	27
4.1.3	Ekstraksi Fitur <i>Spectrogram</i>	30
4.1.4	LSTM	31
4.1.5	Evaluasi	33
4.1	Pembahasan.....	34
BAB V PENUTUP.....		37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	37
DAFTAR PUSTAKA		38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Spectrogram dari rekaman suara pernapasan	15
Gambar 2. Arsitektur LSTM.....	18
Gambar 3. Jenis-Jenis Metrik Evaluasi Model berdasarkan Task	20
Gambar 4. Contoh Confusion Matrix dengan Dua Kelas yaitu Yes dan No	21
Gambar 5 Alur Penelitian.....	24
Gambar 6 STFT Spectrogram	30
Gambar 7 Mel Spectrogram	30
Gambar 8 Log-Mel Spectrogram	31
Gambar 9 Stacked Spectrogram.....	31
Gambar 10 Hasil Evaluasi Model LSTM	33
Gambar 11 Hasil Evaluasi Model LSTM 3 dengan berbagai jenis Spectrogram	34

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Source Code* untuk *read* Kedua Dataset
- Lampiran 2 *Source Code* untuk Segmentasi Data
- Lampiran 3 *Source Code* untuk Augmentasi Data
- Lampiran 4 *Source Code* untuk *Undersampling* Data
- Lampiran 5 *Source Code* untuk *Generate Spectrogram* serta *Stacking Spectrogram*
- Lampiran 6 *Source Code* untuk Konversi *Stacked Spectrogram* menjadi *Sequence*
- Lampiran 7 *Source Code* untuk *Konversi STFT Spectrogram, Mel Spectrogram, dan Log Mel Spectrogram* menjadi *Sequence*
- Lampiran 8 *Source Code* untuk *Training* dan *Testing* Model LSTM 0
- Lampiran 9 *Source Code* untuk *Training* dan *Testing* Model LSTM 1
- Lampiran 10 *Source Code* untuk *Training* dan *Testing* Model LSTM 2
- Lampiran 11 *Source Code* untuk *Training* dan *Testing* Model LSTM 3
- Lampiran 12 *Source Code* untuk *Training* dan *Testing* Model LSTM 3 dengan *Sequence* dari *STFT Spectrogram*
- Lampiran 13 *Source Code* untuk *Training* dan *Testing* Model LSTM 3 dengan *Sequence* dari *Mel Spectrogram*
- Lampiran 14 *Source Code* untuk *Training* dan *Testing* Model LSTM 3 dengan *Sequence* dari *Log Mel Spectrogram*