



**DETEKSI DINI KESEHATAN PARU DARI SUARA NAPAS
DENGAN DWT-MFCC, SVM, DAN RANDOM FOREST**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**YUDA FARID HABIBIE
41522010044**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**DETEKSI DINI KESEHATAN PARU DARI SUARA NAPAS
DENGAN DWT-MFCC, SVM, DAN RANDOM FOREST**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

YUDA FARID HABIBIE

41522010044

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuda Farid Habibie
NIM : 41522010044
Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
"Deteksi Dini Kesehatan Paru dari Suara Napas dengan DWT-MFCC, SVM, dan
Random Forest" adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur
plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apa pun dan
tidak melanggar hukum atau hak pihak mana pun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya
bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas
Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi
akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan
sebagaimana mestinya.

MERCU BUANA

Jakarta, 25 Juli 2026



Yuda Farid Habibie

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK
/SIMILARITY CHECK STATEMENT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

/The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama /Name : Yuda Farid Habibie
NIM /Student ID Number : 41522010044
Program Studi /Study Program : Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir

/The title:

**“DETEKSI DINI KESEHATAN PARU DARI SUARA NAPAS DENGAN
DWT-MFCC, SVM, DAN RANDOM FOREST”**

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:

/Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

14 Juli 2026

dengan nilai persentase sebesar :

/with a percentage value of:

4%

dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di **Fakultas Ilmu Komputer**
Universitas Mercu Buana. */declared to meet standards in accordance with applicable
regulations at the Faculty of Computer Science, Universitas Mercu Buana.*

File hasil cek *similarity* turnitin:

/Turnitin similarity report file

https://drive.google.com/file/d/1r03dTr4WR2pDb2rGluEfbcx2-tmWpA5_/view?usp=drive_link



Jakarta, 14 Juli 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB



Agung Prawoto

Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc

NIK : 322970503

Fakultas Ilmu Komputer

KAMPUS MENARA BHAKTI

Jl. Raya Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650

Telp. 021-5840816 (Hunting), Psw : 5700 Fax. 021-5840813

<http://www.mercubuana.ac.id>, e-mail : fasilkom@mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : **Yuda Farid Habibie**

NIM : 41522010044

Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika

Judul Tugas Akhir : Deteksi Dini Kesehatan Paru dari Suara Napas
dengan DWT-MFCC, SVM, dan Random
Forest

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 25 Juli 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Misni, S.Kom., M.Kom.

NIDN/NUPTK: 0413046802

Jakarta, 25 Juli 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Ketua Program Studi
Teknik Informatika

MERCU BUANA

Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI

Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom.

NIDN/NUPTK: 0320037002

NIDN/NUPTK: 0225067701

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuda Farid Habibie
NIM : 41522010044
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Deteksi Dini Kesehatan Paru dari Suara Napas dengan DWT-MFCC, SVM, dan Random Forest

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 Juli 2026

Yang menyatakan,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Yuda Farid Habibie

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan kesempatan-Nya laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Penyusunan laporan, pengembangan program, dan evaluasi model tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Misni, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.
6. Teman-teman serta seluruh pihak yang telah membantu proses penelitian, pengembangan program, dan penyusunan laporan ini.

Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai rujukan awal dalam pengembangan analisis sinyal biomedis, khususnya pemanfaatan machine learning pada prototipe skrining kesehatan berbasis suara napas.

Jakarta, 27 Juni 2026



Yuda Farid Habibie

DETEKSI DINI KESEHATAN PARU DARI SUARA NAPAS DENGAN DWT-MFCC, SVM, DAN RANDOM FOREST

ABSTRAK

Auskultasi manual masih sangat bergantung pada ketelitian pemeriksa, sedangkan skrining awal membutuhkan proses yang lebih terdokumentasi dan dapat diuji kembali, terutama pada kondisi keterbatasan akses tenaga medis dan alat diagnostik di berbagai wilayah Indonesia. Penelitian ini mengembangkan LungSphere, yaitu prototipe skrining awal kesehatan paru yang menganalisis rekaman suara napas menggunakan kombinasi fitur Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC). Data utama berasal dari dataset Fraiwan yang dikelompokkan ke dalam dua kelas, yaitu sehat dan tidak sehat, dengan total 112 pasien dan 429 segmen audio berdurasi 4 detik tanpa overlap. Setiap segmen menghasilkan 70 fitur, terdiri atas 30 fitur statistik DWT (energi, entropi, mean, standar deviasi, skewness, dan kurtosis pada lima sub-band dekomposisi level 4) serta 40 fitur MFCC berbasis mean dan standar deviasi dari 20 koefisien cepstral. Dua algoritma pembelajaran mesin, yaitu Support Vector Machine dengan kernel RBF (SVM-RBF) dan Random Forest, dibandingkan menggunakan skema evaluasi patient-wise hold-out agar segmen dari pasien yang sama tidak tercampur antara data latih dan data uji, guna mencegah kebocoran data. Studi ablasi menunjukkan bahwa fitur DWT saja menghasilkan performa mendekati acak, fitur MFCC saja cukup kompetitif, sedangkan kombinasi keduanya memberikan hasil terbaik. Model SVM-RBF DWT-MFCC terpilih menghasilkan akurasi patient-level 78,26%, sensitivitas 93,75%, spesifisitas 42,86%, F1-score 85,71%, dan AUC 0,7679. Model tersebut diintegrasikan ke aplikasi web berbasis Flask bernama LungSphere yang menyediakan fitur unggah audio, pemeriksaan awal kelayakan sinyal respirasi, skor risiko, probabilitas segmen, interpretasi non-diagnostik, serta saran tindak lanjut. LungSphere diposisikan sebagai prototipe akademik untuk mendukung skrining awal berbasis suara napas, bukan sebagai pengganti auskultasi maupun diagnosis klinis oleh tenaga medis.

Kata kunci: suara napas, DWT-MFCC, SVM-RBF, patient-wise hold-out, skrining paru.

DETEKSI DINI KESEHATAN PARU DARI SUARA NAPAS DENGAN DWT-MFCC, SVM, DAN RANDOM FOREST

ABSTRACT

Manual auscultation still depends heavily on examiner interpretation, while early screening requires a process that can be documented, repeated, and evaluated, particularly where access to medical personnel and diagnostic equipment remains limited across many regions of Indonesia. This study develops LungSphere, an early lung health screening prototype that analyzes respiratory sound recordings using a combination of Discrete Wavelet Transform (DWT) and Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) features. The main data source is the Fraiwan dataset, grouped into healthy and unhealthy classes, consisting of 112 patients and 429 non-overlapping 4-second audio segments. Each segment yields 70 features, comprising 30 DWT statistical features (energy, entropy, mean, standard deviation, skewness, and kurtosis across five level-4 decomposition sub-bands) and 40 MFCC features based on the mean and standard deviation of 20 cepstral coefficients. Two machine learning algorithms, Support Vector Machine with an RBF kernel (SVM-RBF) and Random Forest, were compared using a patient-wise hold-out evaluation scheme to ensure segments from the same patient were never shared between training and testing sets, preventing data leakage. An ablation study showed that DWT features alone performed close to random, MFCC features alone were reasonably competitive, while the combined feature set achieved the best performance. The selected SVM-RBF DWT-MFCC model achieved 78.26% patient-level accuracy, 93.75% sensitivity, 42.86% specificity, 85.71% F1-score, and 0.7679 AUC. The model was integrated into a Flask-based web application named LungSphere that provides audio upload, initial respiratory-signal validity checking, risk scoring, segment-level probability display, non-diagnostic interpretation, and follow-up recommendations. LungSphere is positioned as an academic prototype to support breath-sound-based early screening and is not intended to replace auscultation or clinical diagnosis performed by medical professionals.

Keywords: respiratory sound, DWT-MFCC, SVM-RBF, patient-wise hold-out, lung screening.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Suara Napas Sebagai Sinyal Biomedis.....	7
2.3 Discrete Wavelet Transform.....	8
2.4 Mel-Frequency Cepstral Coefficients.....	9
2.5 Support Vector Machine.....	9
2.6 Random Forest.....	10
2.7 Evaluasi Patient-wise dan Risiko Data Leakage.....	11
2.8 Sintesis dan Kerangka Pikir.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Jenis Penelitian.....	14
3.2 Tahapan Penelitian.....	14
3.3 Dataset.....	15
3.4 Prapemrosesan Audio.....	15
3.5 Ekstraksi Fitur DWT-MFCC.....	17
3.6 Pelatihan dan Evaluasi Model.....	21
3.7 Pengembangan Prototipe Web.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Implementasi Program.....	30
4.2 Dataset Dan Split Evaluasi.....	31
4.3 Hasil Evaluasi Model.....	32
4.4 Validasi Pipeline Fitur.....	37
4.5 Implementasi Antarmuka Web.....	37
4.6 Pengujian Fungsional Prototipe Web.....	39
4.7 Keterbatasan Dan Mitigasi.....	40
4.8 Pembahasan.....	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	52



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemetaan Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Ringkasan Bunyi Napas Abnormal.....	8
Tabel 3.1 Parameter Prapemrosesan Audio.....	16
Tabel 3.2 Struktur Fitur DWT-MFCC.....	18
Tabel 3.3 Konfigurasi Pelatihan dan Evaluasi Model.....	27
Tabel 3.4 Fungsi dan Keterkaitan Tahapan Pipeline.....	29
Tabel 4.1 Ringkasan Dataset Dan Split Evaluasi.....	31
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Model.....	32
Tabel 4.3 Interpretasi Hasil Skrining Pada Prototipe.....	38
Tabel 4.4 Pengujian Fungsional Prototipe Web.....	39
Tabel 4.5 Keterbatasan Dan Mitigasi Penelitian.....	40
Tabel 4.6 Dasar Validasi Label dan Keputusan Skrining.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Contoh Waveform dan Spektrogram Suara Napas.....	17
Gambar 3.3 Flowchart Ekstraksi Fitur DWT-MFCC.....	18
Gambar 3.4 Alur Suara Napas Menjadi Angka Fitur DWT-MFCC.....	20
Gambar 3.5 Contoh Hitungan Asli Pembentukan 70 Fitur DWT-MFCC.....	21
Gambar 3.6 Detail Cara Kerja SVM-RBF pada Fitur DWT-MFCC.....	25
Gambar 3.7 Detail Cara Kerja Random Forest pada Fitur DWT-MFCC.....	27
Gambar 4.1 Arsitektur Prototipe LungSphere.....	30
Gambar 4.2 Distribusi Dataset Dan Split Evaluasi.....	31
Gambar 4.3 Perbandingan Kinerja Patient-Level.....	32
Gambar 4.4 Kurva ROC Patient-Level Model.....	33
Gambar 4.5 Confusion Matrix Patient-Level Model Terbaik.....	34
Gambar 4.6 Analisis Kesalahan Patient-Level Model Terbaik.....	34
Gambar 4.7 Tampilan Hasil Skrining pada Antarmuka Web LungSphere.....	38
Gambar 4.8 Analisis Sensitivitas Ambang Keputusan Patient-Level.....	45
Gambar 4.9 Flowchart Validasi Audio dan Inferensi LungSphere.....	46



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Struktur Folder Program.....	52
Lampiran 2 Ringkasan Evaluasi Model.....	53
Lampiran 3 Catatan Validasi Pipeline Fitur.....	55
Lampiran 4 Catatan Pengujian Program.....	56
Lampiran 5 Bukti Antarmuka dan Deployment.....	57
Lampiran 6 Daftar Berkas Pendukung.....	58
Lampiran 7 Kartu Asistensi Tugas Akhir.....	59
Lampiran 8 Curriculum Vitae.....	60



DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Koefisien aproksimasi dan detail DWT.....	18
Rumus 3.2 Energi, probabilitas, dan entropi koefisien DWT.....	19
Rumus 3.3 Mean dan standar deviasi koefisien DWT.....	19
Rumus 3.4 Skewness dan kurtosis koefisien DWT.....	19
Rumus 3.5 Energi Mel pada filter bank MFCC.....	19
Rumus 3.6 Koefisien cepstral MFCC.....	19
Rumus 3.7 Akurasi.....	22
Rumus 3.8 Presisi.....	22
Rumus 3.9 Recall atau sensitivitas.....	22
Rumus 3.10 Spesifisitas.....	22
Rumus 3.11 F1-score.....	22
Rumus 3.12 Area Under Curve.....	22

