

**PREDIKSI RESPONS KEMOTERAPI KANKER
PAYUDARA MENGGUNAKAN ENSEMBLE
LEARNING BERBASIS DATA
KLINIS DAN FITUR MRI**



LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM

**MICHAEL ADITYA
00000068806**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2026**

**PREDIKSI RESPONS KEMOTERAPI KANKER
PAYUDARA MENGGUNAKAN ENSEMBLE
LEARNING BERBASIS DATA
KLINIS DAN FITUR MRI**



LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM

**MICHAEL ADITYA
00000068806**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Michael Aditya

NIM : 00000068806

Program Studi : Informatika

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM saya yang berjudul:

Prediksi Respons Kemoterapi Kanker Payudara Menggunakan Ensemble Learning Berbasis Data Klinis dan Fitur MRI

merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan hasil plagiat, dan tidak pula dituliskan oleh orang lain; Semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya cantumkan dan nyatakan dengan benar pada bagian Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan karya ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi untuk dinyatakan TIDAK LULUS. Saya juga bersedia menanggung segala konsekuensi hukum yang berkaitan dengan tindak plagiarisme ini sebagai kesalahan saya pribadi dan bukan tanggung jawab Universitas Multimedia Nusantara.

Tangerang, 30 Desember 2025



(Michael Aditya)

Halaman Pernyataan Penggunaan Bantuan Kecerdasan Artifisial (AI)

Dengan ini saya menyatakan secara jujur menggunakan bantuan Kecerdasan Artifisial (AI) dalam pengerjaan Laporan PRO - STEP sebagai berikut:

- ☒ Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu dalam menghasilkan ide-ide utama saja.
- ☐ Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu menghasilkan teks pertama saja.
- ☒ Menggunakan AI untuk menyempurnakan sintaksis dan tata bahasa untuk pengumpulan tugas.
- ☐ Karena tidak diizinkan: Tidak menggunakan bantuan AI dengan cara apa pun dalam pembuatan tugas.

Saya juga menyatakan bahwa:

1. Menyertakan secara lengkap dan jujur penggunaan perangkat AI yang dipergunakan dalam tugas melalui Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artifisial (AI).
2. Mengakui telah menggunakan bantuan AI dalam tugas saya baik dalam bentuk kata, parafrase, penyertaan ide atau fakta penting yang disarankan oleh AI dan saya telah menyantumkan dalam sitasi serta referensi.
3. Terlepas dari pernyataan di atas, tugas ini sepenuhnya merupakan karya saya sendiri.

Jakarta, 30 Desember 2025



Michael Aditya

HALAMAN PERNYATAAN KEABSAHAN PERUSAHAAN

Nama : Michael Aditya
NIM : 00000068806
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik dan Informatika

menyatakan bahwa saya melaksanakan kegiatan di:

Nama Perusahaan/Organisasi : LPPM Universitas Multimedia Nusantara
Alamat : Jl. Scientia Boulevard Gading, Curug
Sangereng, Serpong, Kabupaten Tangerang,
Banten 15810
Email Perusahaan/Organisasi : lppm@umn.ac.id

1. Perusahaan/Organisasi tempat saya melakukan kegiatan dapat divalidasi keberadaannya.
2. Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan data yang tidak valid di perusahaan/organisasi tempat saya melakukan kegiatan, maka:
 - a. Saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan **TIDAK LULUS**.
 - b. Saya bersedia menerima semua sanksi sesuai peraturan Universitas Multimedia Nusantara.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan digunakan sebagaimana mestinya.

Tangerang, 19 November 2025

Mengetahui



DAVID AGUSTRIAWAN, S.KOM.,
M.SC., PH.D.

Menyatakan



Michael Aditya

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Michael Aditya
NIM : 00000068806
Program Studi : Informatika
Jenjang : S1
Jenis Karya : LAPORAN RESEARCH &
TECHNOLOGY PROGRAM

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

- ☒ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk memublikasikan hasil laporan saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh civitas academica UMN/ publik. Saya menyatakan bahwa laporan yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia memublikasikan hasil laporan ini ke dalam repositori Knowledge Center karena ada data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
 - ☐ Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara.
 - ☐ Embargo publikasi laporan dalam kurun waktu 3 tahun.

Tangerang, 30 Desember 2025



Michael Aditya

** Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI selama enam bulan ke depan, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk diunggah ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

Halaman Persembahan / Motto

"A good name is to be more desired than great wealth, Favor is better than silver and gold."

Proverbs 22:1 (NASB)



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke pada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya laporan penelitian ini sebagai salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Informatika dapat disusun dan diselesaikan.

Mengucapkan terima kasih

1. Bapak Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA, selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak David Agustriawan, S.Kom., M.Sc., Ph.D., sebagai Pembimbing Lapangan yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan selama pelaksanaan penelitian ini.
5. Bapak Anak Agung Ngurah Ananda Kusuma, B.Eng., M.Eng., Ph.D., selaku Pembimbing PROSTEP yang telah memberikan bimbingan dan arahan penulisan laporan ini.
6. Orang Tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Semoga laporan penelitian ini tidak hanya menyajikan ringkasan pelaksanaan penelitian, tetapi juga memberikan wawasan mendalam, inspirasi, dan sumber informasi bagi para pembaca.

Tangerang, 30 Desember 2025



Michael Aditya

**PREDIKSI RESPONS KEMOTERAPI KANKER
PAYUDARA MENGGUNAKAN ENSEMBLE
LEARNING BERBASIS DATA
KLINIS DAN FITUR MRI**

Michael Aditya

ABSTRAK

Kanker payudara merupakan penyebab utama kematian akibat kanker pada wanita secara global. Prediksi respons pasien terhadap *Neoadjuvant Chemotherapy* (NAC) dalam mencapai *Pathological Complete Response* (pCR) sangat krusial untuk menentukan strategi pengobatan. Namun, metode prediksi konvensional bersifat subjektif dan terbatas dalam menangkap heterogenitas tumor. Penelitian ini mengusulkan pendekatan *Ensemble Deep Learning* multimodal yang mengintegrasikan fitur citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) dengan data klinis pasien. Sistem dikembangkan menggunakan arsitektur ResNet50 untuk ekstraksi fitur otomatis dari citra MRI, lalu dikombinasikan dengan variabel klinis melalui interaksi fitur. Model prediksi dibangun dengan menggabungkan empat algoritma (LASSO, SVM, Random Forest, dan XGBoost) menggunakan mekanisme *Soft Voting* untuk meningkatkan stabilitas. Evaluasi dilakukan pada *dataset* publik I-SPY1 ($n = 156$) menggunakan skema validasi *Lockbox Split*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model yang diusulkan mampu memprediksi status pCR dengan nilai AUC-ROC mencapai 0.8841, Akurasi 84.38%, dan Spesifisitas 91.30%. Analisis fitur lebih lanjut mengungkapkan bahwa interaksi antara pola visual MRI dan usia pasien merupakan faktor dominan dalam prediksi.

Kata kunci: Deep Learning, Ensemble Learning, Kanker Payudara, Prediksi pCR, ResNet50.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

**PREDICTION OF BREAST CANCER CHEMOTHERAPY RESPONSE
USING ENSEMBLE LEARNING BASED ON CLINICAL DATA AND MRI
FEATURES**

Michael Aditya

ABSTRACT

Breast cancer remains the leading cause of cancer-related mortality among women worldwide. Early prediction of patient response to Neoadjuvant Chemotherapy (NAC), specifically the achievement of Pathological Complete Response (pCR), is crucial for determining optimal treatment strategies. However, conventional prediction methods are often subjective and fail to capture tumor heterogeneity. This study proposes a multimodal Ensemble Deep Learning approach integrating Magnetic Resonance Imaging (MRI) features with patient clinical data. The system utilizes the ResNet50 architecture for automatic feature extraction from 2.5D MRI images, combined with clinical variables through feature interaction engineering techniques. The prediction model is built by combining four algorithms (LASSO, SVM, Random Forest, and XGBoost) using a Soft Voting mechanism to enhance stability. Evaluation was conducted on the public I-SPY1 dataset ($n = 156$) using a Lockbox Split validation scheme. Experimental results demonstrate that the proposed model achieved an AUC-ROC of 0.8841, Accuracy of 84.38%, and Specificity of 91.30%. Further feature analysis revealed that the interaction between MRI visual patterns and patient age serves as a dominant factor in prediction. These findings highlight the potential of multimodal Deep Learning fusion as an objective and non-invasive clinical decision support tool.

Keywords: *Breast Cancer, Deep Learning, Ensemble Learning, pCR Prediction, ResNet50*

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEABSAHAN PERUSAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Permasalahan	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Urgensi Penelitian	3
1.6 Luaran Penelitian	3
1.7 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Kanker Payudara	5
2.2 Klasifikasi Subtipe Molekuler	5
2.3 Neoadjuvant Chemotherapy (NAC) dan pCR	6
2.4 Prinsip Citra DCE-MRI	6
2.5 Ekstraksi dan Rekayasa Fitur	7
2.5.1 Ekstraksi Fitur Berbasis Deep Learning	7
2.5.2 Rekayasa Fitur (<i>Feature Engineering</i>)	8
2.6 Ensemble Learning	8
2.7 Metrik Evaluasi Kinerja	8
2.7.1 Sensitivitas (Recall)	9
2.7.2 Spesifisitas	9
2.7.3 Area Under the ROC Curve (AUC)	9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Tinjauan Pustaka	11
3.2 Pengumpulan Data	12
3.3 Prapemrosesan Data	13
3.3.1 Prapemrosesan Data Klinis	13
3.3.2 Prapemrosesan Data Radiomik	13
3.4 Ekstraksi Fitur (Deep Learning)	14
3.4.1 Mekanisme Feature Extraction	14
3.5 Seleksi dan Rekayasa Fitur	14
3.5.1 Seleksi Fitur (Univariate Selection)	14
3.5.2 Interaksi Fitur (Interaction Engineering)	15
3.6 Proses Pemilihan Model	15

3.7	Evaluasi Model	15
3.7.1	Skema Lockbox Split	15
3.7.2	Nested Cross-Validation	16
BAB 4	HASIL DAN DISKUSI	17
4.1	Karakteristik Dataset	17
4.2	Analisis Fitur (Feature Importance)	18
4.3	Evaluasi Model Akhir (Lockbox Set)	19
4.3.1	Metrik Performa Kuantitatif	19
4.3.2	Analisis Kurva ROC dan Confusion Matrix	20
4.4	Perbandingan Kinerja Model	21
4.4.1	Perbandingan Internal	21
4.4.2	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	22
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1	Simpulan	23
5.2	Saran	23
DAFTAR PUSTAKA		24



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu	12
Tabel 4.1	Distribusi Data Pasien pada Discovery dan Lockbox Set . .	17
Tabel 4.2	Hasil Evaluasi Akhir pada Data Lockbox	19
Tabel 4.3	Perbandingan Kinerja Model Tunggal vs Ensemble	21
Tabel 4.4	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	22



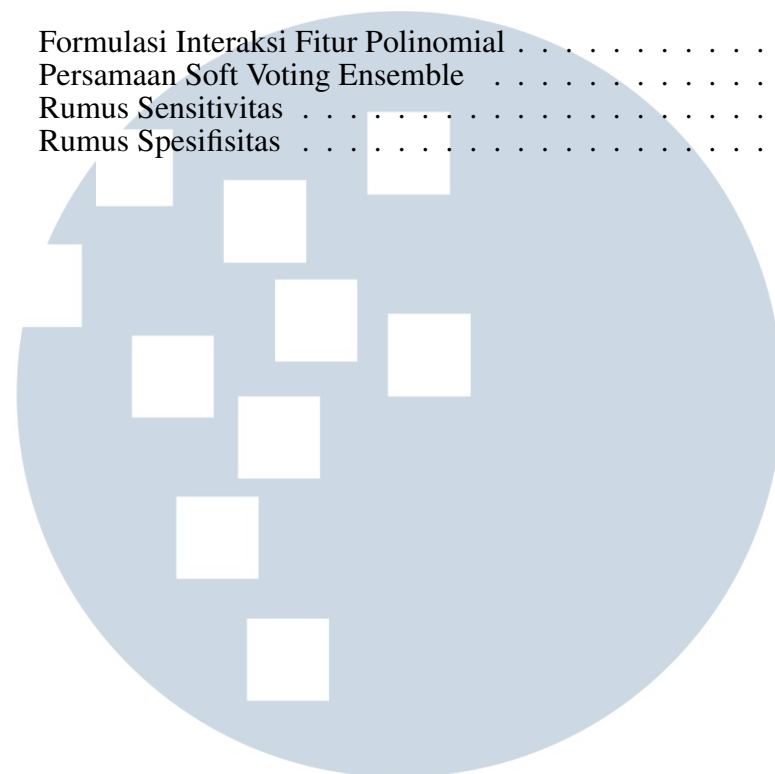
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram alur (pipeline) metode penelitian yang diusulkan.	10
Gambar 4.1	Visualisasi 10 Fitur Interaksi Paling Berpengaruh (Top Biological Drivers).	18
Gambar 4.2	(Kiri) Confusion Matrix pada Lockbox Set. (Kanan) Kurva ROC Model Ensemble dengan AUC 0.884.	20



DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Formulasi Interaksi Fitur Polinomial	8
Rumus 2.2	Persamaan Soft Voting Ensemble	8
Rumus 2.3	Rumus Sensitivitas	9
Rumus 2.4	Rumus Spesifisitas	9



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	PRO-STEP 01 Cover Letter	26
Lampiran 2	PRO-STEP 02 Research Card	27
Lampiran 3	PRO-STEP 03 Daily Task	28
Lampiran 4	PRO-STEP 04 Verification Form	45
Lampiran 5	PRO-STEP 05 Surat Penerimaan	46
Lampiran 6	Form Bimbingan	47
Lampiran 7	Laporan Turnitin	48
Lampiran 8	FORMULIR PENGGUNAAN PERANGKAT KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)	50
Lampiran 9	Research Paper	53
Lampiran 10	Surat Kerja Sama Penelitian Institusi	60

