

**PREDIKSI RESPONS PENGOBATAN TACE PADA
PASIEN HCC BERBASIS RADIOMIK
MENGUNAKAN METODE MACHINE LEARNING**



LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM

**KEVIN WIJAYA HADINATA
00000068544**

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

**PREDIKSI RESPONS PENGOBATAN TACE PADA
PASIEN HCC BERBASIS RADIOMIK
MENGUNAKAN METODE MACHINE LEARNING**



LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)**

KEVIN WIJAYA HADINATA

00000068544

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA

TANGERANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kevin Wijaya Hadinata
NIM : 00000068544
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik & Informatika

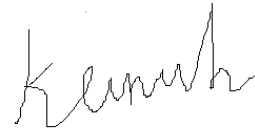
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan saya yang berjudul:

**PREDIKSI RESPONS PENGOBATAN TACE PADA PASIEN HCC
BERBASIS RADIOMIK MENGGUNAKAN METODE MACHINE
LEARNING**

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, 1 Januari 2026


(Kevin Wijaya Hadinata)

HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)

Nama : Kevin Wijaya Hadinata

NIM : 00000068544

Program Studi : Informatika

Fakultas : Teknik & Informatika

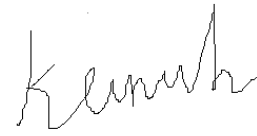
Dengan ini saya menyatakan secara jujur menggunakan bantuan Kecerdasan Artifisial (AI) dalam pengerjaan Laporan

- ☐ 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

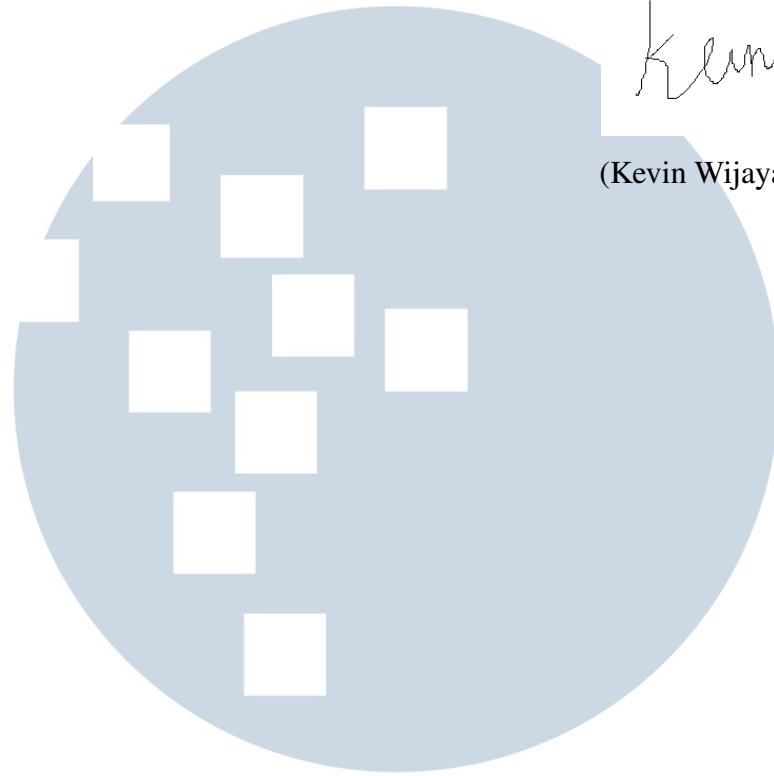
Saya juga menyatakan bahwa:

1. Menyerahkan secara lengkap dan jujur penggunaan perangkat AI yang diperlukan 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, maupun fakta penting yang disarankan oleh AI, dan telah mencantumkannya dalam sitasi serta referensi.
3. Terlepas dari pernyataan di atas, tugas ini sepenuhnya merupakan karya saya sendiri.

Tangerang, 1 Januari 2026



(Kevin Wijaya Hadinata)



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PERNYATAAN KEABSAHAN PERUSAHAAN

Nama : Kevin Wijaya Hadinata

NIM : 00000068544

Program Studi : Informatika

Fakultas : Teknik & Informatika

Dengan ini menyatakan bahwa saya melaksanakan kegiatan di:

Nama Perusahaan/Organisasi : LPPM Universitas Multimedia Nusantara

Alamat : Jalan 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 kekurangan / penyimpangan data yang tidak valid di perusahaan / organisasi tempat saya melakukan kegiatan, maka:
 - (a) Saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan **TIDAK LULUS** untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.
 - (b) Saya bersedia menerima semua sanksi yang berlaku sebagaimana ditetapkan dalam peraturan yang berlaku di Universitas Multimedia Nusantara.

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

Tangerang, 1 Januari 2026

Mengetahui



(David Agustriawan, S.Kom., M.Sc., Ph.D)

Menyatakan



(Kevin Wijaya Hadinata)

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kevin Wijaya Hadinata
NIM : 00000068544
Program Studi : Informatika
Jenjang : S1
Jenis Karya : Laporan Research & Technology Program
Judul Karya Ilmiah : Prediksi Respons Pengobatan TACE pada Pasien HCC Berbasis Radiomik menggunakan metode Machine Learning

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, 1 Januari 2026



Kevin Wijaya Hadinata

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)



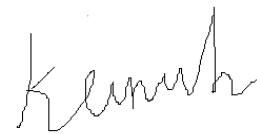
KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas selesainya penulisan Laporan MBKM Penelitian ini untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Strata 1 Jurusan Informatika Pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada

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 Aditiyawan, S.Kom., M.SI., sebagai Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi atas terselesainya tesis ini.
5. Bapak David Agustriawan, S.Kom., M.Sc., Ph.D., sebagai Pembimbing Lapangan yang telah banyak membantu dan memberikan bimbingan, arahan dan motivasi atas terselesainya laporan ini.
6. Keluarga saya yang telah memberikan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan dampak positif bagi area penelitian berbasis radiomik maupun prediksi hasil pengobatan TACE di dunia.

Tangerang, 1 Januari 2026



Kevin Wijaya Hadinata

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

PREDIKSI RESPONS PENGOBATAN TACE PADA PASIEN HCC BERBASIS RADIOMIK MENGGUNAKAN METODE MACHINE LEARNING

Kevin Wijaya Hadinata

ABSTRAK

Hepatocellular Carcinoma (HCC) merupakan tipe kanker hati yang paling umum, dan penyumbang kematian terbesar ke-6 dari semua kanker di dunia. Karena pasien sering telat melakukan diagnosis, maka HCC memiliki prognosis atau kemungkinan selamat yang rendah. *Transcatheter Chemoembolization* (TACE) merupakan salah satu tipe intervensi yang dapat dilakukan untuk pasien HCC stadium menengah, namun tidak semua pasien akan mendapat manfaat dari intervensi tersebut, dan salah pengobatan dapat menyebabkan kerugian finansial dan medis. Penelitian ini menggunakan metode *Machine Learning* untuk memprediksi kecocokan pasien dengan TACE. Model yang dibuat menggunakan fitur-fitur radiomik untuk *input*, yang diekstraksi pada hasil pemindaian CT asli dan hasil CT yang diberi *filter* berupa *wavelet*. Fitur-fitur tersebut lalu melewati proses seleksi berbasis *variance thresholding*, penyaringan dengan *Mann-Whitney U Test*, serta *Logistic Regression* dengan penalti ElasticNet. Model-model yang dicoba adalah *Random Forest*, *Logistic Regression*, SVM, AdaBoost, LinearSVC, serta *Voting Classifier* dan *Stacking Classifier*. Model yang memiliki performa terbaik adalah *Stacking Classifier* dengan performa rata-rata pada 8 *split* berbeda pada *test set* berupa AUC-ROC 0.916, Akurasi 0.821, AUC-PRC 0.858, dan Nilai F1 0.735. Selain itu, penelitian ini menegaskan pentingnya fitur berbasis *wavelet* dalam meningkatkan performa model prediktif pada analisis *medical imaging*.

Kata kunci: HCC, Prediktif, Radiomik



PREDICTION OF TACE TREATMENT RESPONSE ON HCC PATIENTS USING RADIOMICS-BASED MACHINE LEARNING METHOD

Kevin Wijaya Hadinata

ABSTRACT

Hepatocellular Carcinoma (HCC) is the most common type of liver cancer and the sixth leading cause of cancer-related mortality worldwide. Because patients are often diagnosed at a late stage, HCC has a poor prognosis and low survival rates. Transcatheter Chemoembolization (TACE) is one of the interventional treatment options for patients with intermediate-stage HCC; however, not all patients benefit from this intervention, and inappropriate treatment selection can result in medical and financial harm to patients. This study applies Machine Learning methods to predict patient suitability for TACE. The proposed models use radiomic features as inputs, extracted from original CT scans and wavelet-filtered CT images. These features undergo a selection process consisting of variance thresholding, filtering using the Mann–Whitney U test, and Logistic Regression with ElasticNet regularization. The evaluated models include Random Forest, Logistic Regression, SVM, AdaBoost, Linear SVC, as well as Voting Classifier and Stacking Classifier approaches. The best performance was achieved by the Stacking Classifier, with average results across eight different data splits on the test set of AUC-ROC 0.916, accuracy 0.821, AUC-PRC 0.858, and an F1 score of 0.735. Furthermore, this study highlights the importance of wavelet-based features in improving the performance of predictive models in medical imaging analysis

Keywords: *HCC, Predictive, Radiomics*

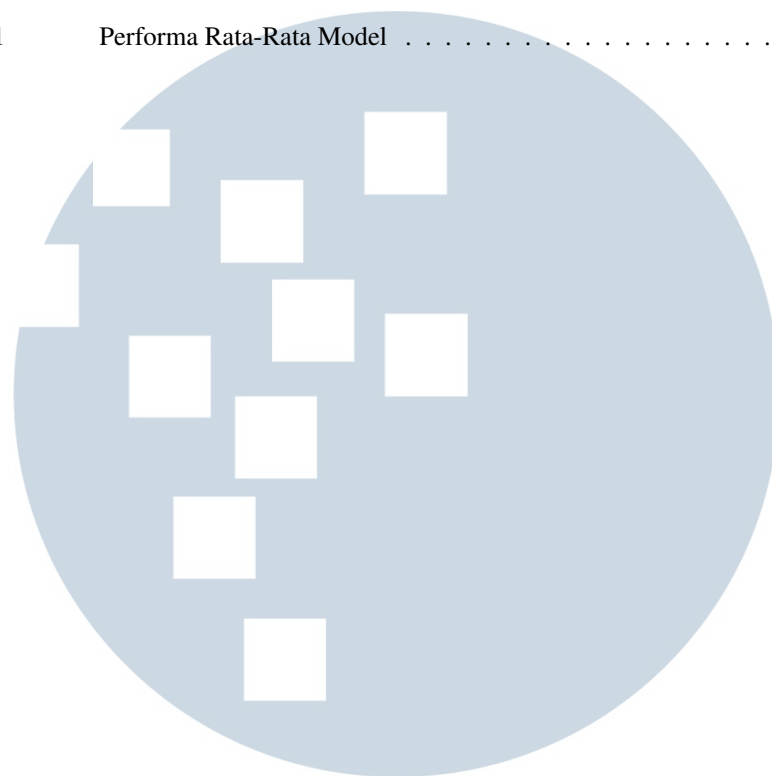


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEABSAHAN PERUSAHAAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR KODE	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Urgensi Penelitian	2
1.5 Luaran Penelitian	2
1.6 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	4
2.1 Hepatocellular Carcinoma	4
2.2 Kriteria BCLC	4
2.3 TACE	5
2.4 Kriteria mRECIST	5
2.5 Radiomik	6
2.6 ElasticNet dengan Logistic Regression	6
2.6.1 Logistic Regression	6
2.6.2 ElasticNet	7
2.7 Metrik Pembelajaran	7
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Pengumpulan Data	9
3.2 Ekstraksi Fitur	10
3.3 Prapemrosesan Data	11
3.3.1 Data Klinis	11
3.3.2 Data Radiomik	13
3.4 Seleksi Fitur	13
3.5 Proses Pemilihan Model	15
3.6 Evaluasi Model	16
BAB 4 HASIL DAN DISKUSI	17
4.1 Ekstraksi Fitur	17
4.2 Seleksi Fitur	18
4.3 Pembuatan Model	21
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	28

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Performa Rata-Rata Model	22
-----------	------------------------------------	----



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

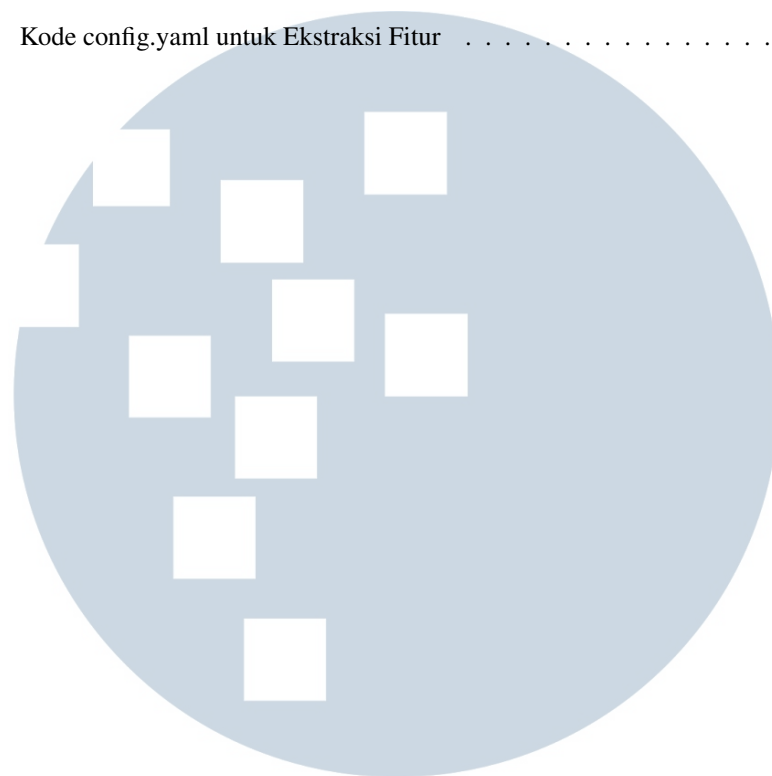
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kriteria Stadium BCLC	4
Gambar 3.1	<i>Pipeline</i> Riset	9
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> Proses Ekstraksi Fitur	10
Gambar 3.3	<i>Flowchart</i> Proses Seleksi Fitur	13
Gambar 3.4	<i>Flowchart</i> Proses Pemodelan	15
Gambar 4.1	Kepentingan Fitur Berdasarkan Koefisien <i>ElasticNet</i>	19
Gambar 4.2	Distribusi Fitur per Fase	20
Gambar 4.3	Distribusi Fitur per Segmentasi	20
Gambar 4.4	Perbandingan <i>AUC-ROC</i> Model terhadap Jumlah Fitur	21
Gambar 4.5	Kurva <i>AUC-ROC</i> pada <i>Test Set</i>	23



DAFTAR KODE

Kode 4.1	Kode config.yaml untuk Ekstraksi Fitur	17
----------	--	----



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Ekspresi Linear untuk Logistic Regression	6
Rumus 2.2	<i>Sigmoid Activation</i>	7
Rumus 2.3	Penalti ElasticNet	7
Rumus 2.4	Akurasi	7
Rumus 2.5	AUC-ROC	8
Rumus 2.6	AUC-PRC	8
Rumus 2.7	Nilai F1	8



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	MBKM-01 Cover Letter MBKM Research	29
Lampiran 2	MBKM-02 MBKM Research Card	30
Lampiran 3	MBKM-03 Daily Task - MBKM Research	31
Lampiran 4	MBKM-04 Verification Form of Research Report MBKM Research	42
Lampiran 5	Form Bimbingan	43
Lampiran 6	Letter of Acceptance	44
Lampiran 7	Laporan Turnitin	45
Lampiran 8	Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artificial (AI)	49
Lampiran 9	Research Paper	50
Lampiran 10	Surat Kerja Sama Penelitian Institusi	66

