

**ANALISIS PERFORMA XGBOOST, SVM, DAN MLP
DENGAN DAN TANPA BORUTA PADA KLASIFIKASI
NMIBC DAN MIBC**



LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM

**MOSES ALEXANDER
00000069818**

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

**ANALISIS PERFORMA XGBOOST, SVM, DAN MLP
DENGAN DAN TANPA BORUTA PADA KLASIFIKASI
NMIBC DAN MIBC**



LAPORAN RESEARCH & TECHNOLOGY PROGRAM

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

**MOSES ALEXANDER
00000069818**

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Moses Alexander

NIM : 00000069818

Program Studi : Informatika

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Research & Technology Program saya yang berjudul:

Analisis Performa XGBoost, SVM, dan MLP dengan dan tanpa Boruta pada Klasifikasi NMIBC dan MIBC

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 penyimpangan dan penyalahgunaan dalam pelaksanaan kegiatan maupun dalam penulisan laporan ini, 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, 24 Desember 2025

[meterai Rp10.000,-]



(Moses Alexander)

HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moses Alexander
NIM : 00000069818
Program Studi : Informatika
Judul Laporan : Analisis Performa XGBoost, SVM,
dan MLP dengan dan tanpa Boruta
pada Klasifikasi NMIBC dan MIBC

Dengan ini saya menyatakan secara jujur menggunakan bantuan Kecerdasan Artificial (AI) dalam pengerjaan Laporan Research & Technology Program 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.

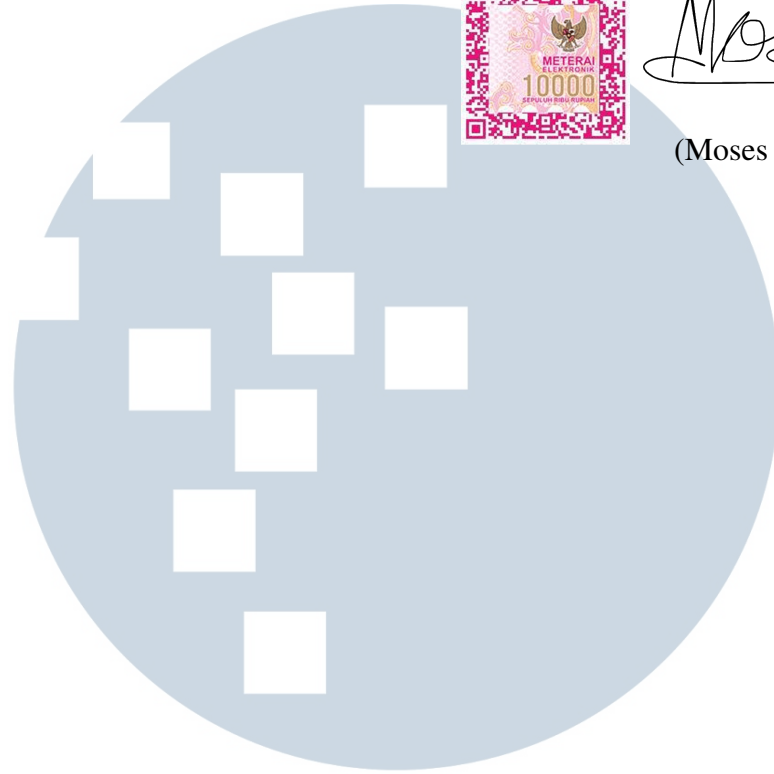
Saya juga menyatakan bahwa:

1. Menyerahkan secara lengkap dan jujur penggunaan perangkat AI yang diperlukan dalam tugas melalui Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artificial (AI)
2. Mengakui telah menggunakan bantuan AI dalam tugas saya baik dalam bentuk kata, paraphrase, 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

Tangerang, 24 Desember 2025



(Moses Alexander)



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PERNYATAAN KEABSAHAN PERUSAHAAN

Nama : Moses Alexander
NIM : 00000069818
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik dan Informatika

Menyatakan bahwa saya melaksanakan kegiatan di:

Nama Perusahaan : LPPM
Alamat : Jl. Scientia Boulevard, Gading Serpong, Kel. Curug
Sangereng, Kec. Kelapa Dua, Kab. Tangerang, Prop.
Banten 15810, Indonesia
Email Perusahaan : fti@umn.ac.id

1. Perusahaan/Organisasi tempat saya melakukan kegiatan dapat di validasi keberadaannya.
2. Jika dikemudian 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 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.

Mengetahui,


(Marlinda Vasty Overbeek)


Tangerang, 19 Desember 2025

Menyatakan,


(Moses Alexander)



HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moses Alexander
NIM : 00000069818
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, 24 Desember 2025



Moses Alexander

** 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 saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik. Laporan penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara.

Penulisan laporan penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model berbasis radiomik dalam klasifikasi stadium kanker ginjal, dengan harapan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang radiomics dan kecerdasan buatan.

Dalam proses penyusunan laporan penelitian ini, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan motivasi, antara lain:

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. Ibu Marlinda Vasty Overbeek, S.KOM, M.KOM, sebagai Pembimbing lapangan sebagai Pembimbing Lapangan yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan perhatian dalam memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi selama pelaksanaan penelitian ini.
5. Bapak Vincentius Kurniawan, S.Kom., M.Eng.Sc., sebagai Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berarti dalam penyusunan laporan penelitian ini.
6. Rekan-rekan peneliti yang telah berkontribusi melalui diskusi, pertukaran ide, serta kerja sama yang sangat membantu selama proses penelitian ini berlangsung.

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang yang dikaji, serta dapat

dijadikan sebagai referensi bagi pihak-pihak yang membutuhkan. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan penelitian di masa yang akan datang.

Tangerang, 24 Desember 2025



Moses Alexander



ANALISIS PERFORMA XGBOOST, SVM, DAN MLP DENGAN DAN TANPA BORUTA PADA KLASIFIKASI NMIBC DAN MIBC

Moses Alexander

ABSTRAK

Kanker kandung kemih merupakan salah satu jenis kanker dengan tingkat kekambuhan yang tinggi, sehingga klasifikasi status invasi otot menjadi aspek penting dalam penentuan strategi penanganan klinis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa algoritma *eXtreme Gradient Boosting (XGBoost)*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *Multilayer Perceptron (MLP)* dalam mengklasifikasikan *non-muscle invasive bladder cancer (NMIBC)* dan *muscle invasive bladder cancer (MIBC)*, serta mengevaluasi pengaruh seleksi fitur *Boruta* terhadap kinerja model klasifikasi. *Dataset* yang digunakan terdiri dari 96 pasien dengan citra *MRI (T2-weighted imaging)*, yang mencakup 46 kasus NMIBC dan 50 kasus MIBC. Fitur radiomik diekstraksi menggunakan perangkat lunak *PyRadiomics*, kemudian dilakukan seleksi fitur menggunakan metode *Boruta*. Selain itu, dilakukan proses *resampling* isotropik pada masing-masing pusat medis ke ukuran *voxel* $1 \times 1 \times 1$ mm untuk menstandarisasi resolusi citra. Penelitian ini menguji empat skenario eksperimen, yaitu penggunaan seluruh fitur radiomik tanpa *resampling* isotropik, seluruh fitur radiomik dengan *resampling* isotropik, fitur terpilih hasil *Boruta* tanpa *resampling* isotropik, serta fitur terpilih dengan *resampling* isotropik. Proses penalaan hyperparameter pada setiap model dilakukan menggunakan *GridSearchCV* dengan skema *5-fold cross-validation*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa performa model dipengaruhi oleh penggunaan seleksi fitur dan *resampling* isotropik. Model XGBoost dengan seleksi fitur *Boruta* dan *resampling* isotropik menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 89,7%. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi metode pembelajaran mesin, seleksi fitur, dan prapemrosesan citra berperan penting dalam meningkatkan kinerja klasifikasi kanker kandung kemih berbasis *radiomics*.

Kata kunci: *Boruta*, Kanker Kandung Kemih, *Machine Learning*, *Radiomics*, *Resampling* Isotropik

PERFORMANCE ANALYSIS OF XGBOOST, SVM, AND MLP WITH AND WITHOUT BORUTA FOR NMIBC AND MIBC

Moses Alexander

ABSTRACT

Bladder cancer is one of the malignancies with a high recurrence rate, making the classification of muscle invasion status a crucial aspect in determining appropriate clinical management strategies. This study aims to analyze and compare the performance of eXtreme Gradient Boosting (XGBoost), Support Vector Machine (SVM), and Multilayer Perceptron (MLP) algorithms in classifying non-muscle-invasive bladder cancer (NMIBC) and muscle-invasive bladder cancer (MIBC), as well as to evaluate the impact of Boruta feature selection on classification performance. The dataset consisted of 96 patients with magnetic resonance imaging (MRI) data using T2-weighted imaging, including 46 NMIBC cases and 50 MIBC cases. Radiomic features were extracted using the PyRadiomics framework, followed by feature selection using the Boruta method. In addition, isotropic resampling was applied across medical centers to a voxel size of 1×1×1 mm to standardize image resolution. Four experimental scenarios were evaluated: the use of all radiomic features without isotropic resampling, all radiomic features with isotropic resampling, Boruta-selected features without isotropic resampling, and Boruta-selected features with isotropic resampling. Hyperparameter tuning for each model was performed using GridSearchCV with a 5-fold cross-validation scheme. The results indicate that model performance is influenced by the application of feature selection and isotropic resampling. The XGBoost model with Boruta feature selection and isotropic resampling achieved the highest accuracy of 89.7%. These findings demonstrate that the integration of machine learning methods, feature selection, and image preprocessing plays an important role in improving the performance of radiomics-based bladder cancer classification.

Keywords: *Bladder Cancer, Boruta, Isotropic Resampling, Machine Learning, Radiomics*

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

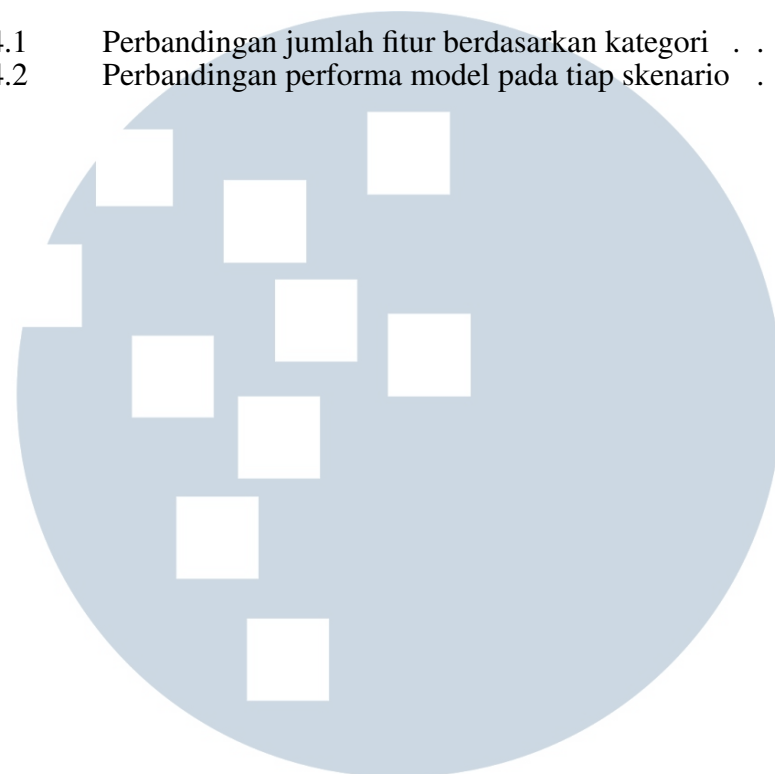
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEABSAHAN PERUSAHAAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR KODE	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR KODE	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Urgensi Penelitian	3
1.6 Luaran Penelitian	3
1.7 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kanker Kandung Kemih	5
2.2 Rekayasa Fitur (<i>Feature Engineering</i>)	6
2.4 Seleksi Fitur	8
2.5 Voxel dan Peran Isotropic Resampling pada MRI untuk Radiomik	8
2.6 Algoritma Pembelajaran Mesin (<i>Machine Learning</i>)	10
2.7 Metrik Evaluasi	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1 Pengumpulan Data	17
3.2 <i>Pre-processing</i> Data	17
3.3 Ekstraksi Fitur Radiomics	18
3.3.1 Ekstraksi Fitur Tanpa Resampling	19
3.3.2 Ekstraksi Fitur Dengan <i>Resampling</i>	20
3.3.3 Output Ekstraksi Fitur	21
3.4 Seleksi Fitur	21
3.4.1 Tahapan Seleksi Fitur	22
3.5 Pembangunan dan Evaluasi Model	23
3.5.1 Tahapan Pembangunan Model	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pengumpulan Data	25
4.2 <i>Pre-processing</i> Data	26
4.3 Ekstraksi Fitur	27
4.4 Seleksi Fitur	29

4.4.1	Perbandingan Distribusi Fitur Radiomics	33
4.5	Pembangunan dan Evaluasi Model	34
4.5.1	All Features without Resampling	35
4.5.2	All Features with Resampling	36
4.5.3	Boruta Feature Selection without Resampling	37
4.5.4	Boruta Feature Selection with Resampling	39
4.5.5	Diskusi Hasil Evaluasi	41
BAB 5	SIMPULAN SARAN	43
5.1	Simpulan	43
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Perbandingan jumlah fitur berdasarkan kategori	34
Tabel 4.2	Perbandingan performa model pada tiap skenario	41



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh citra MRI dan segmentasi tumor kasus NMIBC (diadaptasi dari [1])	5
Gambar 2.2	Contoh citra MRI dan segmentasi tumor kasus MIBC (diadaptasi dari [1])	6
Gambar 3.1	Alur Penelitian	16
Gambar 3.2	Pengumpulan Data	17
Gambar 3.3	Preprocessing Data	18
Gambar 3.4	Proses Ekstraksi Fitur Radiomics	19
Gambar 3.5	Proses Seleksi Fitur Menggunakan <i>Boruta</i>	22
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> Pembangunan dan Evaluasi Model Klasifikasi	23
Gambar 4.1	Struktur Dataset	25
Gambar 4.2	Distribusi Label tiap Center	26
Gambar 4.3	Contoh Pasien dengan Orientasi Spasial yang tidak cocok	27
Gambar 4.4	Settings untuk Jalur No Resampling	28
Gambar 4.5	Settings untuk Jalur dengan Resampling Isotropik	28
Gambar 4.6	Distribusi Kelas Fitur yang Dihasilkan	29
Gambar 4.7	Distribusi Kategori Fitur yang terpilih pada jalur <i>No Resampling</i>	30
Gambar 4.8	Distribusi Kategori Fitur yang terpilih pada jalur <i>Resampling</i> isotropik	30
Gambar 4.9	Hasil Model pada Jalur <i>All Features No Resampling</i>	36
Gambar 4.10	Hasil Model pada Jalur <i>All Features with Resampling</i>	37
Gambar 4.11	Hasil Model pada Jalur <i>Selected Features Boruta No Resampling</i>	39
Gambar 4.12	Hasil Model pada Jalur <i>Selected Features Boruta with Resampling</i>	40



DAFTAR KODE



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR RUMUS

2.1	Fungsi menentukan hyperplane utama pada SVM	10
2.2	Fungsi menghitung margin antara hyperplane dan titik terdekat	10
2.3	Fungsi Kernel Trick pada SVM untuk pemetaan non-linear	11
2.4	Fungsi Boosting pada algoritma XGBoost.....	11
2.5	Fungsi objektif XGBoost untuk optimasi model	12
2.6	Fungsi loss untuk mengukur kesalahan prediksi.....	12
2.7	Fungsi menghitung bias pada model prediksi	12
2.8	Fungsi mencari konfigurasi model yang optimal menggunakan GridsearchCV	13
2.9	Fungsi menghitung Accuracy	14
2.10	Fungsi menghitung Precision	15
2.11	Fungsi menghitung Recall/Sensitivity	15
2.12	Fungsi menghitung F1-Score	15



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pro-Step 01 CoverLetter Research & Technology Program . . .	48
Lampiran 2	Pro-Step 02 Research & Technology Program Card	49
Lampiran 3	Pro-Step 03 Daily Task - Research & Technology Program . .	50
Lampiran 4	Pro-Step 04 Verification Form	61
Lampiran 5	Letter of Acceptance	62
Lampiran 6	Form Bimbingan	63
Lampiran 7	Laporan Turnitin	64
Lampiran 8	Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artifisial(AI) . . .	71
Lampiran 9	Research Paper	73
Lampiran 10	Surat Kerjasama Penelitian	78

