

**PENERAPAN ALGORITMA MACHINE LEARNING UNTUK
SISTEM PREDIKSI PENYAKIT OSTEOPOROSIS**

JALUR SCIENTIST

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

RAJENDRA ARTANTO WIRYAWAN SUJANA

21.11.4236

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2024

**PENERAPAN ALGORITMA MACHINE LEARNING UNTUK
SISTEM PREDIKSI PENYAKIT OSTEOPOROSIS**

JALUR SCIENTIST

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

RAJENDRA ARTANTO WIRYAWAN SUJANA

21.11.4236

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

JALUR SCIENTIST

PENERAPAN ALGORITMA MACHINE LEARNING UNTUK SISTEM PREDIKSI PENYAKIT OSTEOPOROSIS

yang disusun dan diajukan oleh

Rajendra Artanto Wiryawan Sujana

21.11.4236

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 20 November 2024

Dosen Pembimbing,



I Made Artha Ananta, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIK. 190302352

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENERAPAN ALGORITMA MACHINE LEARNING UNTUK SISTEM PREDIKSI PENYAKIT OSTEOPOROSIS

yang disusun dan diajukan oleh

Rajendra Artanto Wiryawan Sujana

21.11.4236

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 20 November 2024

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Harenko, S.Kom., M.Cs.
NIK. 190302286

Therophilus Bayu Sasongko, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302375

I Made Artha Agustya, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIK. 190302352



Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 20 November 2024

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302096

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : **Rajendra Artanto Wiryawan Sojana**
NIM : **21.11.4236**

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Penerapan Algoritma Machine Learning Untuk Sistem Prediksi Penyakit Osteoporosis

Dosen Pembimbing : **I Made Artha Agastya, S.T., M.Eng., Ph.D**

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian **SAYA** sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab **SAYA**, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini **SAYA** buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 20 November 2024

Yang Menyatakan,



Rajendra Artanto Wiryawan Sojana

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan skripsi ini penulis persembahkan dengan penuh cinta dan rasa hormat kepada kedua orang tua tercinta yang telah menjadi sumber kekuatan, inspirasi, dan cinta tanpa syarat, serta atas doa dan dukungan yang tak pernah berhenti. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman terbaik yang selalu memberikan semangat, tawa, dan dukungan tulus selama proses ini. Terakhir, kepada seluruh keluarga besar dan orang-orang terkasih lainnya yang selalu hadir dengan doa dan dukungan di setiap langkah, karya ini adalah bentuk kecil dari rasa syukur atas segala cinta dan kebaikan yang telah penulis terima.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **“Penerapan Algoritma Machine Learning Untuk Sistem Prediksi Penyakit Osteoporosis”**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Universitas Amikom Yogyakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun, berkat bantuan, bimbingan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak, skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. M. Suyanto, MM. selaku rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Bapak I Made Artha Agasta, S.T., M. Eng., Ph. D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu yang sangat berharga kepada penulis.
3. Bapak Theopilus Bayu Sasongko, S.Kom., M.Eng. dan Bapak Haryoko, S. Kom., M.Cs. selaku dosen penguji skripsi yang bersedia memberikan berbagai saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.
4. Bapak Nuri Cahyono, M.Kom. selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan yang tak terbatas waktu dari awal hingga akhir studi.
5. Seluruh dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan bekal ilmu dan pengetahuan sehingga dapat digunakan dalam penyusunan skripsi serta untuk bekal di masa depan.
6. Bapak Sigit Priyanto dan Ibu Novianita Putriyawati selaku kedua orang tua penulis yang telah mendidik dan memfasilitasi segala keperluan penulis.

7. Seluruh keluarga besar penulis, yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang selalu memberi doa, motivasi, dan dukungan yang tidak pernah putus kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan dari kelas 21 IF 06 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang selalu membantu, berbagi pengalaman, dan ilmu yang bermanfaat.
9. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa hasil penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya kepada pembaca seandainya terdapat kesalahan-kesalahan di dalam skripsi ini. Dengan rendah hati, penulis sangat mengharapkan kesediaan pembaca untuk memberikan kritik dan saran demi sempurnanya skripsi ini. Semoga laporan skripsi ini memberi manfaat bagi penulis maupun pembaca. Akhir kata, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah berkontribusi dalam proses penyusunan laporan skripsi ini.

Yogyakarta, 20 November 2024

Penulis

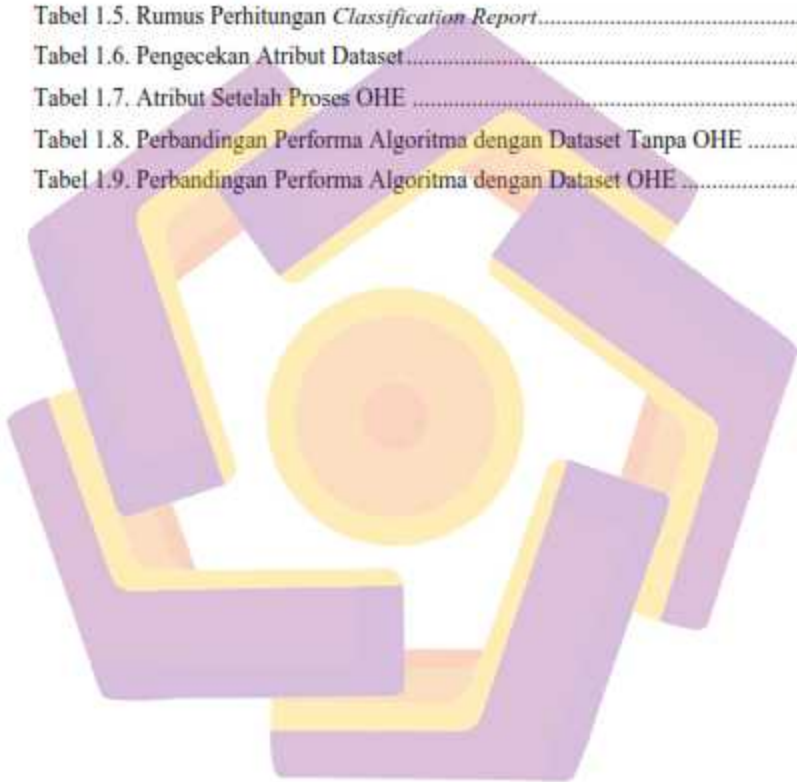
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I IDENTITAS JURNAL.....	1
BAB II ISI KARYA ILMIAH.....	2
2.1 <i>Abstract</i>	2
2.2 Pendahuluan	3
2.3 Metode.....	5
2.3.1 Akuisisi Data.....	6
2.3.2 Analisis Data Eksploratif.....	8
2.3.3 Pra-pemrosesan Data	8
2.3.4 Pembagian Data	8
2.3.5 Klasifikasi.....	9
2.3.5.1 <i>Random Forest</i>	9
2.3.5.2 <i>Support Vector Machine</i>	10
2.3.5.3 <i>Gradient Boosting</i>	10
2.3.6 Evaluasi.....	11
2.3.6.1 <i>Confusion Matrix</i>	11

2.3.6.2	AUC-ROC	12
2.3.6.3	<i>Classification Report</i>	13
2.3.6.4	<i>K-Fold Cross-Validation</i>	14
2.4	Hasil dan Pembahasan	14
2.4.1	Analisis Data Eksploratif	15
2.4.2	Pra-pemrosesan Data	20
2.4.3	Pembagian Data	22
2.4.4	Evaluasi <i>Confusion Matrix</i>	23
2.4.4.1	<i>Confusion Matrix Random Forest</i> Dataset Ordinal	23
2.4.4.2	<i>Confusion Matrix Support Vector Machine</i> Dataset Ordinal	23
2.4.4.3	<i>Confusion Matrix Gradient Boosting</i> Data Ordinal	24
2.4.4.4	<i>Confusion Matrix Random Forest</i> dengan OHE	24
2.4.4.5	<i>Confusion Matrix Support Vector Machine</i> dengan OHE	24
2.4.4.6	<i>Confusion Matrix Gradient Boosting</i> dengan OHE	25
2.4.5	Evaluasi AUC-ROC	25
2.4.6	Evaluasi <i>Classification Report</i>	26
2.4.7	Validasi Model	28
2.4.8	Implikasi Klinis	29
2.5	Kesimpulan	29
2.6	Ucapan Terima Kasih	30
2.7	Referensi	30
LAMPIRAN		34

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Identitas Jurnal	1
Tabel 1.2. Deskripsi Data Numerikal.....	6
Tabel 1.3. Deskripsi Data Kategorikal.....	6
Tabel 1.4. Distribusi Kelas Osteoporosis.....	8
Tabel 1.5. Rumus Perhitungan <i>Classification Report</i>	14
Tabel 1.6. Pengecekan Atribut Dataset.....	20
Tabel 1.7. Atribut Setelah Proses OHE	21
Tabel 1.8. Perbandingan Performa Algoritma dengan Dataset Tanpa OHE	27
Tabel 1.9. Perbandingan Performa Algoritma dengan Dataset OHE	27

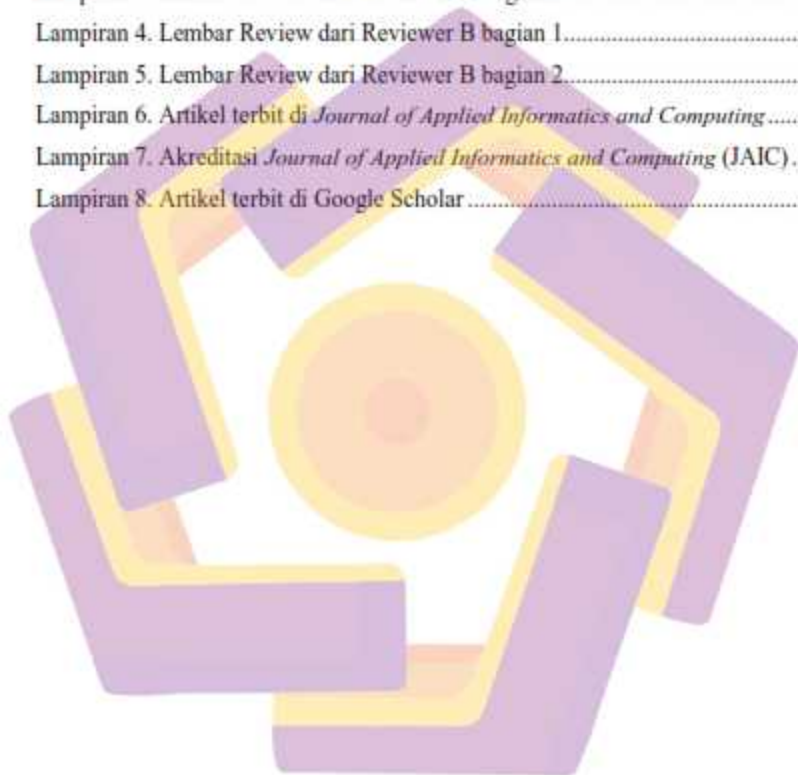


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Alur penelitian.....	6
Gambar 2.2. <i>Random Forest</i>	9
Gambar 2.3. <i>Gradient Boosting</i>	11
Gambar 2.4. <i>Confusion Matrix</i>	12
Gambar 2.5. <i>Boxplot</i> Osteoporosis.....	15
Gambar 2.6. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Jenis Kelamin.....	15
Gambar 2.7. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Perubahan Hormonal.....	16
Gambar 2.8. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Riwayat Keluarga.....	16
Gambar 2.9. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Ras/Etnis.....	16
Gambar 2.10. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Berat Badan.....	17
Gambar 2.11. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Asupan Kalsium.....	17
Gambar 2.12. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Asupan Vitamin D.....	17
Gambar 2.13. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Aktivitas Fisik.....	18
Gambar 2.14. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Kebiasaan Merokok.....	18
Gambar 2.15. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Konsumsi Alkohol.....	18
Gambar 2.16. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Kondisi Medis.....	19
Gambar 2.17. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Konsumsi Obat.....	19
Gambar 2.18. Jumlah Penderita Osteoporosis berdasarkan Fraktur Tulang.....	19
Gambar 2.19. Matriks Konfusi <i>Random Forest</i> Dataset Ordinal.....	23
Gambar 2.20. Matriks Konfusi SVM Dataset Ordinal.....	23
Gambar 2.21. Matriks Konfusi <i>Gradient Boosting</i> Dataset Ordinal.....	24
Gambar 2.22. Matriks Konfusi <i>Random Forest</i> Dataset OHE.....	24
Gambar 2.23. Matriks Konfusi SVM Dataset OHE.....	24
Gambar 2.24. Matriks Konfusi <i>Gradient Boosting</i> Dataset OHE.....	25
Gambar 2.25. Uji AUC-ROC Dataset Ordinal (Tanpa OHE).....	25
Gambar 2.26. Uji AUC-ROC Dataset OHE.....	26
Gambar 2.27. Grafik <i>10-Fold Cross-Validation</i>	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. LoA dari <i>Journal of Applied Informatics and Computing</i> (JAIC).....	34
Lampiran 2. Lembar Review dari Reviewer A bagian 1	35
Lampiran 3. Lembar Review dari Reviewer A bagian 2	36
Lampiran 4. Lembar Review dari Reviewer B bagian 1.....	36
Lampiran 5. Lembar Review dari Reviewer B bagian 2.....	37
Lampiran 6. Artikel terbit di <i>Journal of Applied Informatics and Computing</i>	38
Lampiran 7. Akreditasi <i>Journal of Applied Informatics and Computing</i> (JAIC) ..	39
Lampiran 8. Artikel terbit di Google Scholar	39



INTISARI

Osteoporosis adalah suatu kondisi yang ditandai dengan menurunnya kepadatan tulang, yang menyebabkan tulang menjadi rapuh dan mudah patah. Penyakit ini menjadi perhatian penting karena dapat menyebabkan kecacatan, patah tulang, dan kematian, terutama pada populasi lansia. Deteksi dini osteoporosis sangat penting untuk mencegah perkembangan penyakit melalui intervensi yang tepat waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem prediksi berbasis *machine learning* yang mampu mendeteksi osteoporosis dengan menggunakan tiga algoritma yang berbeda, yaitu *Random Forest*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *Gradient Boosting*. Penelitian ini melibatkan analisis dan perbandingan performa dari algoritma tersebut berdasarkan metrik evaluasi seperti *Confusion Matrix*, *AUC-ROC*, *Classification Report*, dan *10-Fold Cross-Validation*. Data yang digunakan diproses dalam dua format, yaitu ordinal dan *one-hot encoding*, untuk menilai dampak dari teknik pengkodean pada kinerja model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Gradient Boosting* memiliki performa terbaik pada kedua jenis data, dengan Akurasi tertinggi sebesar 91.07% pada data *one-hot encoding*. Sementara itu, SVM dan *Random Forest* juga menunjukkan kinerja yang kompetitif tetapi dengan hasil yang sedikit lebih rendah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *Gradient Boosting* adalah algoritma yang paling efektif untuk prediksi osteoporosis dalam penelitian ini. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam deteksi dini osteoporosis dan mendukung upaya pencegahan dan pengobatan yang lebih efektif dan efisien.

Kata kunci: Algoritma *Machine Learning*, *Gradient Boosting*, Osteoporosis, *Random Forest*, *Support Vector Machine*.

ABSTRACT

Osteoporosis is a condition characterized by decreased bone density, leading to fragile and easily fractured bones. This disease is a significant concern as it can cause disability, fractures, and death, particularly in the elderly population. Early detection of osteoporosis is crucial to prevent disease progression through timely interventions. This study aims to develop a machine learning-based prediction system capable of detecting osteoporosis using three different algorithms, Random Forest, Support Vector Machine (SVM), and Gradient Boosting. The study involves analyzing and comparing the performance of these algorithms based on evaluation metrics such as Confusion Matrix, AUC-ROC, Classification Report, 10-Fold Cross-Validation. The data used is processed in two formats, namely ordinal and one-hot encoding, to assess the impact of encoding techniques on model performance. The results show that the Gradient Boosting algorithm performs the best on both types of data, with the highest Accuracy of 91.07% on the one-hot encoded data. Meanwhile, SVM and Random Forest also demonstrate competitive performance but with slightly lower results. This study concludes that Gradient Boosting is the most effective algorithm for osteoporosis prediction in this research. These findings can serve as a foundation for further development in the early detection of osteoporosis and support more effective and efficient prevention and treatment efforts.

Keyword: *Gradient Boosting, Machine Learning Algorithms, Osteoporosis, Random Forest, Support Vector Machine*