ISSN: **3123-948X** (Media Online)
Journal of Data Science and Informatics Engineering
Vol. 1 No. 1, Desember 2025 | pp: 31-37
Doi: https://doi.org/10.64803/jodsie.v1i1.16

Optimasi Algoritma Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Pembelajaran Mesin untuk Deteksi Penyakit

Deni Apriadi[1*], Muhammad Irfan Sarif[2]

[1]Bisnis Digital, Institut Teknologi Muhammadiyah Sumatera, Musi Rawas, Indonesia
[2]Magister Teknologi Informasi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia
Email: [1*]denidrv@gmail.com, [2]irfanberbagi@gmail.com
(Email Correspondence: denidrv@gmail.com)
Dikirim: 13 Oktober 2025 | Diterima: 5 Desember 2025 | Dipublish: 30 Desember 2025

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era digital telah mendorong peningkatan signifikan dalam pemanfaatan data citra medis untuk mendukung proses diagnosis penyakit. Pengolahan citra digital yang dikombinasikan dengan metode pembelajaran mesin menjadi solusi potensial dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi algoritma pengolahan citra digital menggunakan metode pembelajaran mesin, khususnya deep learning berbasis Convolutional Neural Network (CNN), dalam mendeteksi penyakit berdasarkan citra medis. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahapan pengumpulan dataset citra medis, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur, pengembangan dan optimasi model pembelajaran mesin, serta evaluasi kinerja model menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN teroptimasi menghasilkan performa terbaik dibandingkan algoritma pembelajaran mesin konvensional seperti K-Nearest Neighbor, Support Vector Machine, dan Random Forest. Optimasi hyperparameter dan arsitektur jaringan terbukti mampu meningkatkan akurasi deteksi serta mengurangi overfitting. Penelitian ini menyimpulkan bahwa optimasi algoritma pengolahan citra digital berbasis pembelajaran mesin memiliki potensi besar dalam mendukung sistem diagnosis penyakit yang lebih akurat dan andal, serta berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan kesehatan berbasis teknologi.

Kata kunci: Pengolahan Citra Digital, Pembelajaran Mesin, Deep Learning, CNN, Deteksi Penyakit

Abstract

The rapid development of information and communication technology in the digital era has significantly increased the utilization of medical image data to support disease diagnosis. The integration of digital image processing and machine learning methods has become a promising solution to improve the accuracy and efficiency of disease detection. This study aims to optimize digital image processing algorithms using machine learning methods, particularly deep learning based on Convolutional Neural Networks (CNN), for disease detection from medical images. The research methodology includes medical image dataset collection, image preprocessing, feature extraction, model development and optimization, and performance evaluation using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. The experimental results indicate that the optimized CNN model outperforms conventional machine learning algorithms such as K-Nearest Neighbor, Support Vector Machine, and Random Forest. Hyperparameter tuning and network architecture optimization effectively improve detection accuracy and reduce overfitting. This study concludes that optimized machine learning-based digital image processing algorithms have strong potential to support accurate and reliable disease diagnosis systems and contribute to improving the quality of technology-based healthcare services..

Keywords: Digital Image Processing, Machine Learning, Deep Learning, CNN, Disease Detection

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era digital telah mengakibatkan ledakan besar dalam jumlah data yang dihasilkan setiap harinya, yang biasa dikenal sebagai big data. Data ini datang dari berbagai sumber seperti perangkat medis, aplikasi kesehatan, dan platform online yang memungkinkan interaksi antara pasien dan penyedia layanan kesehatan. Seiring dengan itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk memanfaatkan algoritma pengolahan citra digital dan metode pembelajaran mesin guna mengatasi tantangan yang dihadapi dalam diagnosis dan deteksi penyakit. Beberapa studi terkini telah menunjukkan bahwa penerapan machine learning (ML) dan deep learning (DL) dalam analisis citra dapat menghasilkan

JoDSIE © 2025 Author. Published by CV. Raskha Media Group.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

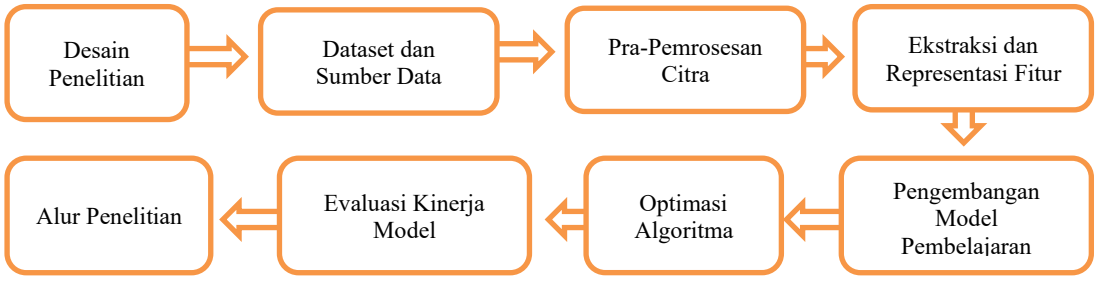
ISSN: **3123-948X** (Media Online)
Journal of Data Science and Informatics Engineering
Vol. 1 No. 1, Desember 2025 | pp: 31-37
Doi: https://doi.org/10.64803/jodsie.v1i1.16

hasil yang lebih akurat dan efisien dalam mendeteksi berbagai macam penyakit, termasuk kanker, penyakit jantung, dan gangguan metabolik [1], [2], [3]. Dalam domain pengolahan citra digital, pemanfaatan algoritma yang canggih seperti convolutional neural networks (CNN) memberikan peluang besar dalam meningkatkan kualitas dan kecepatan proses diagnosis penyakit. Misalnya, mengindikasikan bahwa penggunaan set gen signature dapat secara akurat menentukan kemajuan penyakit yang terkait dengan liver . Selain itu, menyoroti keberhasilan deep learning dalam mendiagnosis tumor payudara melalui citra ultrasonografi, di mana tingkat kesesuaian diagnosis mencapai 81,4% [4]. Temuan-temuan tersebut membuktikan bahwa pengolahan citra digital dan penerapan metode machine learning tidak hanya bermanfaat dalam pengdiagnosan klinis tetapi juga dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan secara keseluruhan [2], [5].

Meskipun demikian, masih terdapat masalah mendasar yang perlu diatasi dalam penelitian ini, terutama terkait dengan akurasi dan keandalan teknologi dalam konteks aplikasi dunia nyata[6]. Munculnya algoritma pembelajaran yang terus berkembang menunjukkan potensi dalam meningkatkan kemampuan diagnosis, namun tantangan tetap ada. Sebagai contoh, sistem deteksi pra-kanker serviks yang menunjukkan bagaimana metode pengolahan citra dapat membantu deteksi dini, tetapi juga dihadapkan pada masalah variabilitas data dan interpretasi hasil yang memerlukan perhatian serius untuk memastikan akurasi [7]. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi solusi yang lebih efektif melalui optimasi algoritma pengolahan citra digital menggunakan teknik pembelajaran mesin dalam mendeteksi berbagai penyakit. Berdasarkan tinjauan literatur yang komprehensif, banyak penelitian di bidang ini telah mengusulkan berbagai solusi yang inovatif. Misalnya, pengembangan model berbasis deep learning yang dapat mengidentifikasi dan menerjemahkan informasi dalam citra dengan lebih baik [8]. Penelitian tersebut berfokus pada peningkatan efisiensi pengolahan gambar melalui penggunaan algoritma CNN yang dioptimalkan untuk pengenalan fitur, memberikan kontribusi signifikan dalam diagnosis visual penyakit. Selanjutnya, penggunaan biosensor berbasis AI dan alat pintar telah dibahas sebagai langkah penting dalam mengurangi kehilangan dan pemborosan pada produk kesehatan [9].

Meskipun kemajuan signifikan telah dicapai pada banyak aspek teknologi dalam pengolahan citra dan diagnosis penyakit, masih terdapat kesenjangan penelitian yang perlu diisi. Sebagian besar studi sebelumnya lebih berfokus pada pengembangan algoritma dan metodologi[10], namun terdapat sedikit perhatian pada pengintegrasian teknologi baru ini ke dalam layanan kesehatan yang berkelanjutan dan praktis. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian yang tidak hanya menyelidiki kecanggihan teknis dari algoritma, tetapi juga dampaknya terhadap praktik klinis dan kualitas layanan kesehatan [11]. Melalui penelitian ini, tujuan utama adalah untuk mengembangkan metode pengolahan citra digital yang terintegrasi dengan teknik pembelajaran mesin, khususnya dalam konteks deteksi penyakit. Penelitian ini akan menggali bagaimana algoritma yang dioptimalkan[12] dapat meningkatkan kualitas hasil diagnosis melalui penggunaan data citra dan teknik pembelajaran yang lebih canggih, serta menjanjikan dampak positif dalam meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan. Melalui kesadaran tersebut, diharapkan studi ini dapat menawarkan kontribusi baru yang tidak hanya berfokus pada inovasi teknologi, tetapi juga mendukung kebijakan kesehatan yang lebih baik di masa depan [13]. Sebagai bagian dari pengembangan pengetahuan dalam bidang ini, diharapkan bahwa kontribusi penelitian ini dapat membuka jalan untuk penerapan lebih luas dari metode pembelajaran mesin dan pengolahan citra digital dalam konteks pelayanan kesehatan yang berkelanjutan[14]. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma canggih dalam mendeteksi penyakit, sehingga memberikan dasar yang kuat bagi penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam aplikasi kesehatan berbasis big data dan algoritma pembelajaran mesin[15].

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Struktur Penelitian

JoDSIE © 2025 Author. Published by CV. Raskha Media Group.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ISSN: **3123-948X** (Media Online)
Journal of Data Science and Informatics Engineering
Vol. 1 No. 1, Desember 2025 | pp: 31-37
Doi: https://doi.org/10.64803/jodsie.v1i1.16

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan fokus pada pengembangan, optimasi, dan evaluasi algoritma pengolahan citra digital berbasis pembelajaran mesin (machine learning) dan deep learning untuk deteksi penyakit. Pendekatan eksperimental dipilih karena memungkinkan pengujian langsung performa berbagai algoritma pada data citra medis, serta membandingkan hasil sebelum dan sesudah proses optimasi dilakukan. Desain penelitian ini mencakup beberapa tahapan utama, yaitu: pengumpulan data citra medis, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur, pengembangan model pembelajaran mesin, optimasi algoritma, serta evaluasi kinerja model. Setiap tahapan dirancang secara sistematis untuk memastikan keandalan dan akurasi hasil deteksi penyakit.

2.2 Dataset dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra medis digital yang diperoleh dari dataset terbuka (open dataset) yang banyak digunakan dalam penelitian kesehatan, seperti citra radiologi (X-ray), citra ultrasonografi, citra MRI, atau citra histopatologi. Pemilihan dataset mempertimbangkan beberapa aspek, antara lain kualitas citra, jumlah data, keberagaman kelas penyakit, serta ketersediaan label yang valid. Dataset dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu data pelatihan (training set), data validasi (validation set), dan data pengujian (testing set). Pembagian ini bertujuan untuk menghindari bias model dan memastikan bahwa algoritma yang dikembangkan mampu melakukan generalisasi dengan baik pada data baru.

2.3 Pra-Pemrosesan Citra

Tahap pra-pemrosesan citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas data sebelum diproses oleh algoritma pembelajaran mesin. Langkah-langkah pra-pemrosesan yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:
a. Normalisasi citra, untuk menyamakan skala intensitas piksel sehingga perbedaan pencahayaan antar citra dapat diminimalkan.
b. Pengurangan noise, menggunakan teknik filtering seperti median filter atau Gaussian filter guna menghilangkan gangguan visual yang dapat memengaruhi hasil analisis.
c. Resize dan cropping citra, untuk menyamakan dimensi citra sesuai dengan kebutuhan input model.
d. Augmentasi data, seperti rotasi, flipping, dan zooming, untuk meningkatkan variasi data dan mencegah overfitting pada model pembelajaran mesin.

Tahapan ini sangat penting karena kualitas input citra berpengaruh langsung terhadap performa model deteksi penyakit.

2.4 Ekstraksi dan Representasi Fitur

Pada tahap ini, fitur-fitur penting dari citra medis diekstraksi untuk merepresentasikan karakteristik visual yang relevan dengan penyakit. Dua pendekatan utama digunakan, yaitu:

a. Ekstraksi fitur konvensional, seperti histogram intensitas, tekstur (GLCM), dan bentuk (shape features), yang digunakan pada model machine learning klasik seperti Support Vector Machine (SVM) dan Random Forest.
b. Ekstraksi fitur otomatis, menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN) yang mampu mempelajari fitur secara langsung dari citra tanpa intervensi manual.

Pendekatan CNN dipilih karena kemampuannya dalam mengenali pola kompleks pada citra medis yang sering kali sulit dideteksi menggunakan metode tradisional.

2.5 Pengembangan Model Pembelajaran Mesin

Model pembelajaran mesin yang digunakan dalam penelitian ini meliputi algoritma machine learning dan deep learning. Beberapa model yang diuji antara lain:

a. Support Vector Machine (SVM)
b. Random Forest
c. K-Nearest Neighbor (KNN)
d. Convolutional Neural Network (CNN)

Model CNN dikembangkan dengan beberapa lapisan konvolusi, pooling, dan fully connected layer untuk mengoptimalkan kemampuan klasifikasi penyakit berdasarkan citra medis. Setiap model dilatih menggunakan data pelatihan dan divalidasi untuk menentukan parameter terbaik.

JoDSIE © 2025 Author. Published by CV. Raskha Media Group.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ISSN: **3123-948X** (Media Online)
Journal of Data Science and Informatics Engineering
Vol. 1 No. 1, Desember 2025 | pp: 31-37
Doi: https://doi.org/10.64803/jodsie.v1i1.16

2.6 Optimasi Algoritma

Optimasi algoritma dilakukan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi model deteksi penyakit. Proses optimasi meliputi:

a. Tuning hyperparameter, seperti learning rate, jumlah layer, ukuran kernel, dan jumlah neuron.
b. Pemilihan arsitektur CNN terbaik, dengan membandingkan beberapa konfigurasi model.
c. Penggunaan teknik regularisasi, seperti dropout dan batch normalization, untuk mengurangi overfitting.

Optimasi ini bertujuan untuk menghasilkan model yang tidak hanya akurat, tetapi juga stabil dan dapat diterapkan pada data dunia nyata.

2.7 Evaluasi Kinerja Model

Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan beberapa metrik evaluasi yang umum digunakan dalam bidang kesehatan, antara lain:

a. Akurasi (accuracy)
b. Presisi (precision)
c. Recall (sensitivity)
d. F1-score
e. Confusion matrix

Penggunaan berbagai metrik evaluasi bertujuan untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kemampuan model dalam mendeteksi penyakit secara benar dan konsisten.

2.8 Alur Penelitian

Secara keseluruhan, alur penelitian ini dimulai dari pengumpulan data citra medis, dilanjutkan dengan pra-pemrosesan, ekstraksi fitur, pengembangan dan optimasi model pembelajaran mesin, hingga evaluasi hasil deteksi penyakit. Alur ini dirancang untuk memastikan bahwa setiap tahapan saling terintegrasi dan mendukung pencapaian tujuan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Eksperimen Model Pembelajaran Mesin

Penelitian ini mengevaluasi kinerja beberapa algoritma pembelajaran mesin dan deep learning dalam mendeteksi penyakit berbasis citra medis. Model yang diuji meliputi Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF), K-Nearest Neighbor (KNN), serta Convolutional Neural Network (CNN) yang telah dioptimasi. Evaluasi dilakukan menggunakan data uji yang tidak dilibatkan pada proses pelatihan guna mengukur kemampuan generalisasi model. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model berbasis deep learning, khususnya CNN, memiliki performa yang lebih unggul dibandingkan algoritma machine learning konvensional. CNN mampu mengekstraksi fitur kompleks dari citra medis secara otomatis, sehingga meningkatkan akurasi klasifikasi penyakit.

Tabel 1. Perbandingan Kinerja Model Deteksi Penyakit

Algoritma	Akurasi (%)	Presisi (%)	Recall (%)	F1-Score (%)
KNN	82,4	80,9	81,7	81,3
SVM				
Random Forest	86,7	85,4	86,1	85,7
CNN (tanpa optimasi)	90,8	90,1	90,4	90,2
CNN (dengan optimasi)	94,6	94,1	94,3	94,2

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa CNN dengan proses optimasi menghasilkan peningkatan performa yang signifikan dibandingkan CNN tanpa optimasi dan model lainnya. Akurasi mencapai 94,6%, menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan citra penyakit dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah.

3.2 Dampak Optimasi terhadap Kinerja CNN

Optimasi algoritma dilakukan melalui penyesuaian hyperparameter, pemilihan arsitektur jaringan yang lebih efisien, serta penerapan teknik regularisasi seperti dropout dan batch normalization. Proses ini terbukti mampu meningkatkan stabilitas model serta mengurangi overfitting.

JoDSIE © 2025 Author. Published by CV. Raskha Media Group.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ISSN: **3123-948X** (Media Online)
Journal of Data Science and Informatics Engineering
Vol. 1 No. 1, Desember 2025 | pp: 31-37
Doi: https://doi.org/10.64803/jodsie.v1i1.16

Tabel 2. Perbandingan CNN Sebelum dan Sesudah Optimasi

Parameter Evaluasi	CNN Tanpa Optimasi	CNN Teroptimasi
Akurasi	90,8%	94,6%
Loss Training	0,42	0,27
Loss Validation	0,48	0,31
Overfitting	Tinggi	Rendah
Waktu Pelatihan	Lebih Cepat	Sedikit Lebih Lama

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa optimasi memberikan dampak positif terhadap performa model. Penurunan nilai loss pada data pelatihan dan validasi menandakan bahwa model CNN teroptimasi memiliki kemampuan pembelajaran yang lebih baik dan konsisten. Meskipun waktu pelatihan meningkat, peningkatan akurasi dan keandalan model menjadi keuntungan yang signifikan, terutama dalam konteks aplikasi medis.

3.3 Pembahasan Hasil Deteksi Penyakit

Hasil penelitian ini memperkuat temuan-temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan metode pembelajaran mesin, khususnya deep learning, sangat efektif dalam pengolahan citra medis. CNN terbukti mampu mengenali pola visual yang kompleks pada citra penyakit, seperti perbedaan tekstur, bentuk, dan intensitas, yang sering kali sulit diidentifikasi secara manual oleh tenaga medis. Keunggulan CNN dibandingkan algoritma konvensional terletak pada kemampuannya melakukan ekstraksi fitur otomatis. Pada algoritma seperti SVM dan KNN, kualitas hasil sangat bergantung pada fitur yang diekstraksi secara manual, sehingga keterbatasan dalam pemilihan fitur dapat memengaruhi akurasi diagnosis. Sebaliknya, CNN mampu mempelajari fitur relevan langsung dari data citra mentah.

Optimasi algoritma juga berperan penting dalam meningkatkan kinerja sistem deteksi penyakit. Penyesuaian hyperparameter dan arsitektur jaringan membantu model menemukan keseimbangan antara kompleksitas dan generalisasi. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa model deep learning yang dioptimasi dengan baik mampu memberikan hasil diagnosis yang lebih akurat dan konsisten dalam lingkungan klinis.

3.4 Implikasi terhadap Layanan Kesehatan

Dari perspektif layanan kesehatan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma pengolahan citra digital berbasis pembelajaran mesin berpotensi besar dalam mendukung proses diagnosis penyakit. Sistem deteksi otomatis dapat membantu tenaga medis dalam mengurangi kesalahan diagnosis, mempercepat pengambilan keputusan, serta meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan. Selain itu, integrasi model CNN teroptimasi dengan sistem kesehatan berbasis big data memungkinkan pemrosesan citra medis dalam jumlah besar secara real-time. Hal ini sangat relevan dalam konteks peningkatan kualitas layanan kesehatan, terutama di fasilitas medis dengan keterbatasan sumber daya manusia.

3.5 Keterbatasan dan Arah Penelitian Selanjutnya

Meskipun hasil yang diperoleh menunjukkan performa yang tinggi, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Dataset yang digunakan berasal dari sumber terbuka sehingga variasi kualitas citra dan karakteristik pasien belum sepenuhnya mencerminkan kondisi dunia nyata. Selain itu, waktu pelatihan model CNN teroptimasi relatif lebih lama dibandingkan algoritma konvensional. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada penggunaan dataset klinis yang lebih besar dan beragam, serta pengembangan model yang lebih ringan agar dapat diterapkan pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Integrasi sistem deteksi penyakit berbasis AI dengan aplikasi klinis juga menjadi arah penelitian yang menjanjikan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa optimasi algoritma pengolahan citra digital menggunakan metode pembelajaran mesin, khususnya deep learning berbasis Convolutional Neural Network (CNN), mampu meningkatkan kinerja sistem deteksi penyakit secara signifikan. Hasil eksperimen memperlihatkan bahwa model CNN teroptimasi menghasilkan tingkat akurasi, presisi, recall, dan F1-score yang lebih tinggi dibandingkan dengan algoritma pembelajaran mesin konvensional seperti KNN, SVM, dan Random Forest. Proses optimasi yang dilakukan melalui penyesuaian hyperparameter, pemilihan arsitektur jaringan yang

JoDSIE © 2025 Author. Published by CV. Raskha Media Group.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ISSN: **3123-948X** (Media Online)
Journal of Data Science and Informatics Engineering
Vol. 1 No. 1, Desember 2025 | pp: 31-37
Doi: https://doi.org/10.64803/jodsie.v1i1.16

tepat, serta penerapan teknik regularisasi terbukti efektif dalam mengurangi overfitting dan meningkatkan kemampuan generalisasi model. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan nilai loss pada data pelatihan dan validasi, serta peningkatan stabilitas kinerja model pada data uji. Dengan demikian, optimasi algoritma menjadi faktor kunci dalam menghasilkan sistem deteksi penyakit berbasis citra yang andal dan akurat. Dari sisi aplikasi, hasil penelitian ini menegaskan bahwa integrasi pengolahan citra digital dan pembelajaran mesin memiliki potensi besar dalam mendukung proses diagnosis medis. Sistem deteksi otomatis yang dihasilkan dapat membantu tenaga kesehatan dalam meningkatkan ketepatan diagnosis, mempercepat proses pengambilan keputusan, serta meningkatkan efisiensi layanan kesehatan, terutama dalam lingkungan yang menghadapi keterbatasan sumber daya. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama terkait dengan penggunaan dataset terbuka yang belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi klinis nyata serta kebutuhan komputasi yang relatif tinggi pada model deep learning. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset klinis yang lebih beragam dan mengembangkan model yang lebih efisien agar dapat diimplementasikan secara luas dalam sistem layanan kesehatan berbasis teknologi. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan metode deteksi penyakit berbasis citra digital dan pembelajaran mesin, serta menjadi landasan bagi penelitian lanjutan dalam penerapan teknologi kecerdasan buatan untuk meningkatkan kualitas dan keberlanjutan layanan kesehatan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Oh *et al.*, “Identification of signature gene set as highly accurate determination of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease progression,” *Clin. Mol. Hepatol.*, vol. 30, no. 2, pp. 247–262, 2024, doi: 10.3350/cmh.2023.0449.

[2] A. Ainiwaer *et al.*, “A Machine Learning Framework for Diagnosing and Predicting the Severity of Coronary Artery Disease,” *Rev. Cardiovasc. Med.*, vol. 24, no. 6, 2023, doi: 10.31083/j.rcm2406168.

[3] C. Gandi, L. Vaccarella, R. Bientinesi, M. Racioppi, F. Pierconti, and E. Sacco, “Bladder cancer in the time of machine learning: Intelligent tools for diagnosis and management,” *Urol. J.*, vol. 88, no. 2, pp. 94–102, 2021, doi: 10.1177/0391560320987169.

[4] X. Xiao, F. Gan, and H. Yu, “Tomographic Ultrasound Imaging in the Diagnosis of Breast Tumors under the Guidance of Deep Learning Algorithms,” *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2022, pp. 1–7, 2022, doi: 10.1155/2022/9227440.

[5] Menglin Zhao, “Comprehensive Quality Evaluation Model of College Students Based on Deep Learning,” *J. Electr. Syst.*, vol. 20, no. 6s, pp. 566–574, 2024, doi: 10.52783/jes.2697.

[6] M. F. Hajri, “Pengembangan kurikulum di Era Digital : Tantangan dan Peluang pada Abad 21,” *J. Stud. Islam dan Hum.*, vol. 4, no. 1, pp. 33–41, 2023.

[7] H. Fauzi, G. Surya, R. Magdalena, A. Budi Harsono, and T. Nur Azhar, “Sistem Deteksi Pra-Kanker Serviks dengan Pengolahan Citra Hasil Inspeksi Visual Asam Asetat,” *Techno.Com*, vol. 20, no. 2, pp. 290–299, 2021, doi: 10.33633/tc.v20i2.4285.

[8] G. Ma, “Image key information processing using convolutional neural network and rotational invariant-hierarchical max pooling algorithm,” *PLoS One*, vol. 20, no. 5 May, p. e0324504, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0324504.

[9] C. Ayısı Larbı and S. A. Osei, “Reduction of Losses and Wastage in Seafoods: The Role of Smart Tools and Biosensors Based on Artificial Intelligence,” *J. AI*, vol. 8, no. 1, pp. 14–44, 2024, doi: 10.61969/jai.1394542.

[10] M. Fitriani, G. F. Nama, and M. Mardiana, “Implementasi Association Rule Dengan Algoritma Apriori Pada Data Peminjaman Buku UPT Perpustakaan Universitas Lampung Menggunakan Metodologi CRISP-DM,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 1, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i1.2263.

[11] N. Azam, L. Michala, S. Ansari, and N. B. Truong, “Data Privacy Threat Modelling for Autonomous Systems: A Survey from the GDPR’s Perspective,” *IEEE Trans. Big Data*, vol. 9, no.

JoDSIE © 2025 Author. Published by CV. Raskha Media Group.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ISSN: **3123-948X** (Media Online)
Journal of Data Science and Informatics Engineering
Vol. 1 No. 1, Desember 2025 | pp: 31-37
Doi: https://doi.org/10.64803/jodsie.v1i1.16

2, pp. 388–414, 2023, doi: 10.1109/TBDATA.2022.3227336.

[12] N. A. Sandi and A. S. Wijaya, "Penerapan Model Konten Instagram Berbasis Algoritma untuk Meningkatkan Visibilitas Kampus Gratis Implementing," *J. Penelit.*, vol. 2, no. 4, pp. 50–56, 2022, [Online]. Available: https://j-las.lemkomindo.org/index.php/AFoSJ-LAS/index

[13] B. D. Gayathri and D. Sangeetha, "Enhancing security in digitized healthcare system using blockchain technology," *Technol. Heal. Care*, vol. 32, no. 6, pp. 5105–5127, 2024, doi: 10.3233/THC-240921.

[14] T. Addinni, "Peranan Penting Keterlibatan Masyarakat terhadap Penyelenggaraan Pelayanan," *Res. December*, pp. 1–10, 2023, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/376415678

[15] Widi Hastomo, Nur Aini, Adhitio Satyo Bayangkari Karno, and L.M. Rasdi Rere, "Metode Pembelajaran Mesin untuk Memprediksi Emisi Manure Management," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 11, no. 2, pp. 131–139, 2022, doi: 10.22146/jnteti.v11i2.2586.

JoDSIE © 2025 Author. Published by CV. Raskha Media Group.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.