



PERAN *BIG DATA ANALYTICS*, *MACHINE LEARNING*, DAN *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* DALAM PENDETEKSIAN *FINANCIAL FRAUD*: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Finecia Shinta Dewi, Totok Dewayanto¹

Departemen Akuntansi Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto SH Tembalang, Semarang 50239, Phone: +622476486851

ABSTRACT

This research aims to explore the critical role of big data analytics, machine learning, and artificial intelligence in detecting financial fraud within financial institutions. The research based on published research articles.

Utilizing a Systematic Literature Review with the PRISMA protocol, an analysis was conducted on 20 articles published between 2020 and 2024, sourced from the Scopus database. The findings were categorized into three areas: the role of big data analytics in financial fraud detection, the role of machine learning in financial fraud detection, and the role of artificial intelligence in financial fraud detection.

The results indicated that financial fraud detection systems employing big data analytics (BDA) demonstrated a significant average strength (76.67%), particularly in detection effectiveness, accuracy, and data processing speed. The implementation of artificial intelligence (AI) in detection also showed significant strength scores. In contrast to BDA and AI, some machine learning algorithms exhibited substantial weaknesses. Addressing these weaknesses in financial fraud detection at financial institutions, future research on the integration of machine learning algorithms is deemed crucial.

Keywords: artificial intelligence, big data analytics, machine learning, financial fraud, SLR.

PENDAHULUAN

Perjalanan teknologi dan pengaruhnya terhadap masyarakat telah mengalami transformasi mendalam sejak revolusi industri 1.0 hingga *society* 5.0. Memasuki era *society* 5.0, muncul pengintegrasian teknologi mutakhir seperti AI dan *big data* ke dalam tatanan masyarakat untuk meningkatkan kualitas hidup manusia serta menciptakan harmoni antara kemajuan teknologi dan kesejahteraan sosial (Alimohammadlou & Khoshsepehr, 2023). Integrasi ini memicu transformasi yang signifikan seperti mengubah fundamental cara lembaga keuangan dan para profesional mengelola dan melaporkan data keuangannya.

Menurut Broby (2021), kemajuan dalam teknologi keuangan telah memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan efisiensi proses keuangan, termasuk otomatisasi tugas operasional, analisis data yang lebih komprehensif, peningkatan kapasitas penyimpanan data, dan integrasi perangkat lunak yang lebih efisien. Semakin efisien, semakin banyak celah keamanan yang muncul, menjadi pendorong utama bagi peningkatan kecurangan keuangan atau disebut dengan "*financial fraud*". Dengan kehadiran otomatisasi yang semakin maju, seperti yang disoroti oleh Anna Kooi, pemimpin layanan keuangan nasional di Wipfli LLP, pelaku kejahatan dapat memanfaatkan perangkat lunak dan bot untuk melakukan kecurangan dengan frekuensi yang lebih tinggi dan dalam skala yang lebih luas daripada sebelumnya (Kuehner-Hebert, 2024).

Peningkatan *financial fraud* dapat berdampak buruk bagi sebuah perusahaan dan lembaga keuangan, maka diperlukan pengadopsian pendekatan proaktif untuk mendeteksi kecurangan. Pendekatan ini harus mengimplementasikan teknologi terkini untuk menganalisis data secara mendalam dan mengidentifikasi pola yang mencurigakan. Salah satu solusi yang semakin diandalkan dalam upaya mendeteksi kecurangan keuangan adalah analitik data besar atau dikenal dengan sebutan "*big data analytics*". Dengan menggunakan algoritma dan teknik analisis yang canggih, analitik data memungkinkan perusahaan untuk menggali informasi berharga dari volume besar data transaksi keuangan dan perilaku pelaku bisnis (Kesuma & Sunarto, 2020).

¹ Corresponding author

Seiring berkembangnya tren dan pola kecurangan, pengoptimalan pendeteksian menjadi hal yang sangat esensial. Gupta (2024) menemukan bahwa pemanfaatan *machine learning*, *data analytics*, dan sistem *artificial intelligence* dapat meningkatkan deteksi transaksi kecurangan dengan presisi yang lebih besar. Dengan memanfaatkan solusi *big data* dan teknik *machine learning*, deteksi kecurangan dapat dilakukan secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi (Abbassi et al., 2021). Di sisi lain, pemanfaatan *artificial intelligence* dalam sistem deteksi kecurangan membantu auditor internal dan pakar teknologi untuk meningkatkan algoritma deteksi kecurangan yang lebih adaptif dan responsif terhadap perubahan pola kecurangan yang mungkin terjadi. Ini berarti bahwa teknologi ini tidak hanya memperkuat proses pengawasan, tetapi juga memungkinkan identifikasi yang lebih cepat dan akurat terhadap indikasi kecurangan (Ikhsan et al., 2022).

Dengan demikian, berikut adalah pertanyaan penelitian dalam penelitian ini:

RQ1: Apakah *big data analytics*, *machine learning*, dan *artificial intelligence* memiliki peran penting dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan?

RQ2: Bagaimana perkembangan penelitian tentang *big data analytics*, *machine learning*, dan *artificial intelligence*?

RQ3: Apa arah penelitian yang dapat dieksplorasi di masa mendatang dalam usaha pendeteksian *financial fraud*?

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *systematic literature review* mengenai pentingnya peran *big data analytics*, *machine learning*, dan *artificial intelligence* dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan serta mengeksplorasi dan meninjau variasi hasil temuan yang terdapat dalam penelitian empiris terkait peran *big data analytics*, *machine learning*, dan *artificial intelligence* dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan dan melakukan sintesis pada temuan yang didapat.

TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN TEORITIS

Bagian ini menjelaskan teori dan konsep serta kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian.

Data Science Theory

Data science adalah bidang interdisipliner yang mengeksplorasi proses pengumpulan, analisis, interpretasi, dan pemodelan data untuk mendapatkan wawasan yang berharga (Desai et al., 2022). Teori *data science* mencakup berbagai metode, teknik, dan konsep yang digunakan untuk menjelajahi dan memahami pola dalam data (Desai et al., 2022). Mengembangkan strategi yang efektif saat mengelola serta memanfaatkan data merupakan tujuan utama teori ini, termasuk pemilihan model analisis yang tepat dan penggunaan alat yang tepat (Grossi et al., 2021). Teori *data science* juga menekankan pentingnya penggunaan teknologi informasi yang canggih dalam mengolah data, seperti sistem manajemen basis data yang efisien (Grossi et al., 2021). Teori ini membentuk fondasi yang penting dalam menjelaskan hubungan antara *big data analytics*, *machine learning*, dan *artificial intelligence* dalam konteks pendeteksian *financial fraud*.

Big Data Analytics

Big data analytics (BDA) dalam pendeteksian *financial fraud* didasarkan pada teori *data science* yang memungkinkan organisasi untuk menganalisis volume data transaksional yang besar dengan cepat dan efisien (Hasan et al., 2020). BDA melibatkan ekstraksi, transformasi, dan analisis data dalam volume besar atau kompleks, yang sering kali tidak dapat ditangani oleh sistem pengolahan data konvensional (Chen et al., 2012). Dalam konteks bisnis dan keuangan, BDA memiliki potensi besar untuk mendeteksi kecurangan atau *fraud* dalam transaksi keuangan dengan mengenali pola atau anomali yang menyulit kecurigaan (Hazen et al., 2014). Penerapan BDA dalam deteksi kecurangan transaksi keuangan membutuhkan sistem yang mampu melakukan pemrosesan dan analisis data secara *real-time*, serta menggunakan teknik analisis lanjutan seperti analisis pola dan prediksi untuk mengidentifikasi pola yang mencurigakan atau tidak biasa dalam data transaksi keuangan (Hong, 2024; Saragih & Dewayanto, 2023).

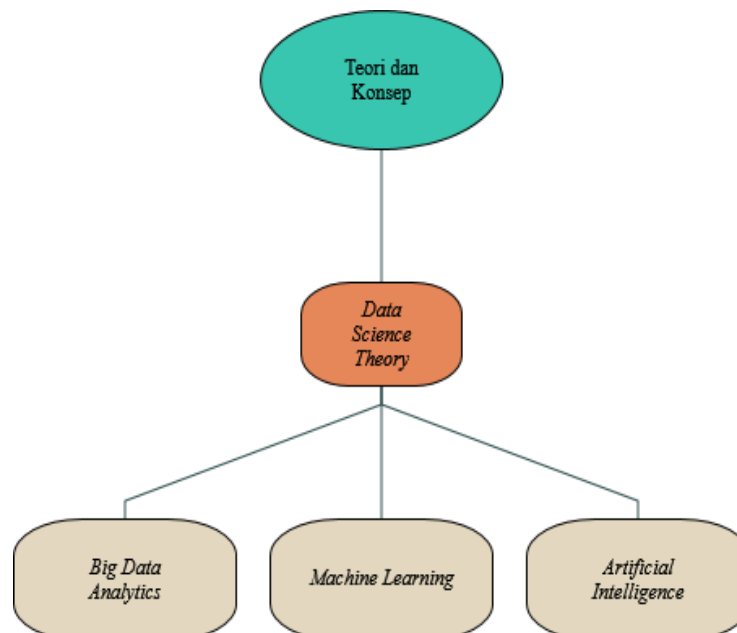
Machine Learning

Penggunaan *machine learning* (ML) dalam pendeteksian *financial fraud* didasari oleh teori *data science* yang memberikan landasan untuk mengembangkan dan menerapkan algoritma ML dalam mempelajari pola-pola dari data, termasuk mencari anomali atau perilaku tidak biasa (Ali et al., 2022). Algoritma ML seperti *support vector machine* (SVM) dengan penanganan ketidakseimbangan data (Ndama & En-Naimi, 2023) serta *deep learning* (DL) seperti *recurrent neural network* (RNN) dan *long short-term memory* (LSTM) telah menunjukkan efektivitas dalam klasifikasi dan deteksi *financial fraud* (Jan, 2021). Selain itu, model transformer pra-latihan skala besar dalam DL dapat dianggap sebagai pengetahuan parametrik yang membantu memprediksi transaksi *fraud* yang potensial (Wang et al., 2023). Dengan terus mengembangkan dan mengintegrasikan teknik-teknik ini, sistem keuangan dapat menjadi lebih aman dan berkelanjutan.

Artificial Intelligence

Dalam konteks pendeteksian *financial fraud*, *artificial intelligence* (AI) didukung oleh teori *data science* yang memberikan landasan untuk mengembangkan sistem AI yang dapat memperdalam analisis data dengan memanfaatkan teknologi (Sood et al., 2023). Melalui teori *data science*, organisasi dapat memahami bagaimana menerapkan konsep AI untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam mendeteksi *financial fraud*, dengan pemrosesan bahasa alami atau *Natural language processing* (NLP) sebagai sub bidang AI yang bertujuan untuk memahami dan memanipulasi bahasa manusia sebagaimana manusia melakukannya (Yang et al., 2023). Dalam konteks mendeteksi *financial fraud*, model akurasi tinggi menjadi krusial untuk mengurangi kesalahan dan kerugian finansial, di mana model-model AI yang mampu mencapai tingkat akurasi yang tinggi mampu membuat efektivitas dalam pendeteksian kecurangan meningkat secara signifikan (El Kafhali et al., 2024). Dengan integrasi yang lebih baik antara data keuangan dan teknik-teknik NLP yang inovatif, organisasi dapat memperkuat pertahanan mereka terhadap kecurangan, menghemat sumber daya, dan meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan.

Gambar 1
Teori dan Konsep yang Digunakan

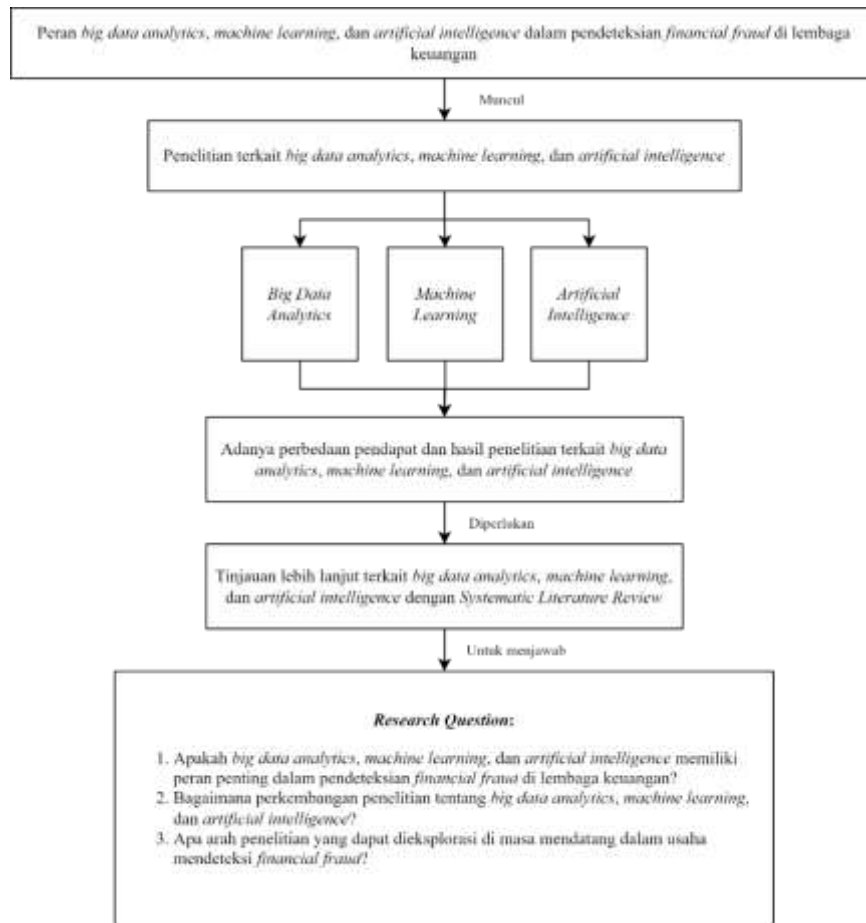


Sumber: Data Diolah, 2024

Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran teoritis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Gambar 2
Kerangka Pemikiran Teoritis



Sumber: Data Diolah, 2024

METODE PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan perumusan pertanyaan penelitian, strategi pencarian literatur, kriteria literatur, dan seleksi literatur.

Perumusan Pertanyaan Penelitian (Research Question)

Sebagai acuan dalam merumuskan pertanyaan penelitian, diadopsi kerangka kerja *population, intervention, comparison* dan *outcome* (PICO) untuk memperoleh kata kunci yang mempermudah proses pencarian.

Tabel 1
Framework PICO

PICO Tool	
<i>Population</i>	Lembaga keuangan
<i>Intervention</i>	<i>Big data analytics, machine learning, dan artificial intelligence</i>
<i>Comparison</i>	-
<i>Outcome</i>	Pendeteksian <i>financial fraud</i>

Sumber: Data Diolah, 2024

Berdasarkan kerangka PICO yang dirumuskan tersebut, kata kunci yang digunakan adalah *big data analytics*, *machine learning*, dan *artificial intelligence*; *financial fraud detection*; dan *financial institutions*. Kata kunci tersebut merupakan kata kunci dasar yang akan dikembangkan saat melakukan pencarian literatur.

Strategi Pencarian Literatur

Sebelum memulai pencarian, diperlukan pemilihan database yang sesuai untuk meningkatkan kemungkinan menemukan artikel yang sangat relevan. Database yang dipilih adalah Scopus, sehingga data yang dipakai dalam penelitian adalah data sekunder. Hasil-hasil penelitian dalam jurnal yang dipublikasikan secara *online* merupakan data tersebut. Untuk mencari artikel yang relevan pada Scopus, perlu mendefinisikan *search string* terlebih dahulu. Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan untuk membuat *search string* pada Scopus:

1. Mengembangkan kata/istilah pencarian dari PICO, terutama dari *population*, *intervention*, dan *outcome*
2. Mengembangkan kata/istilah pencarian dengan kata kunci yang relevan
3. Mengembangkan sinonim dan ejaan alternatif dari kata/istilah pencarian
4. Mengkombinasikan *search string* menggunakan kata/istilah pencarian yang telah dikembangkan dengan menggunakan operator *boolean* (AND dan OR).

Search string yang akhirnya digunakan adalah ("*big data*" OR "*big data analy**" OR "*artificial intelligence*" OR "*machine learning*" OR "*deep learning*") AND (*fraud* OR "*fraud detection*" OR "*financial fraud*") AND ("*financial institutions*" OR "*financial industry*" OR "*bank*" OR "*insurance*" OR *corporate* OR *fintech*)).

Kriteria Literatur

Kriteria literatur dibagi menjadi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria pada penelitian ini disesuaikan dengan *framework* PICO yang sebelumnya telah dibuat dengan tambahan sebagai berikut.

Tabel 2
Kriteria Inklusi dan Eksklusi

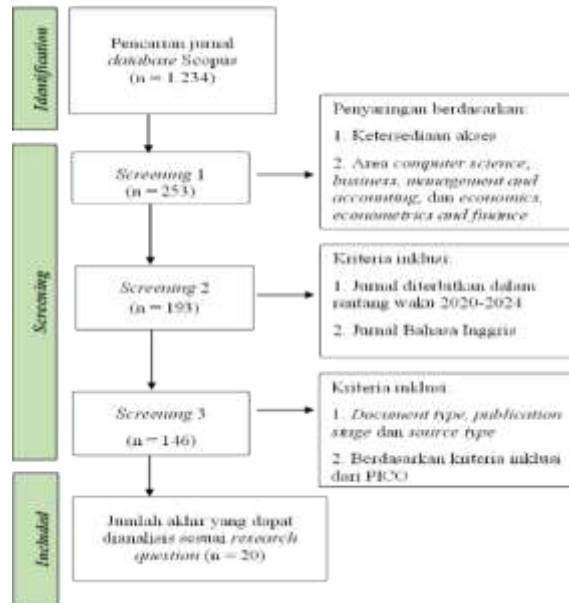
Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Subjek	Topik penelitian berkaitan dengan pendeteksian <i>financial fraud</i>	Topik penelitian tidak berkaitan dengan pendeteksian <i>financial fraud</i>
Bahasa	Inggris	Selain bahasa Inggris
Sumber	Artikel penelitian yang <i>open access</i>	Artikel penelitian yang tidak <i>open access</i>
Jangka Waktu	Tahun 2020-2024	Sebelum tahun 2020
Tema Isi Jurnal	Membahas mengenai peran <i>big data analytics</i> , <i>machine learning</i> , dan <i>artificial intelligence</i> dalam pendeteksian <i>financial fraud</i>	Artikel tidak sesuai dengan <i>research question</i> setelah dilakukan analisis secara detail

Sumber: Data Diolah, 2024

Seleksi Literatur

Data dikumpulkan melalui database Scopus dan dianalisis menggunakan kerangka kerja PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses*) yang terdiri dari 3 tahapan sebagai berikut.

Gambar 3
PRISMA Flow Diagram



Sumber: Data Diolah, 2024

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi pembahasan temuan hasil penelitian dan sintesis temuan hasil penelitian.

Temuan Hasil Penelitian

Temuan hasil penelitian dikelompokkan dalam triad klasifikasi, yaitu peran penting *big data analytics* dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan, peran penting *machine learning* dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan, serta peran penting *artificial intelligence* dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan.

Peran Penting *Machine Learning* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

Tabel 3
Peran Penting *Machine Learning* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

No	Judul Artikel	Peneliti	Temuan
1	<i>Auto Insurance Fraud Detection with Multimodal Learning</i>	Jiayi Yang, Kui Chen, Kai Ding, Chongning Na, dan Meng Wang (2023)	Kerangka kerja <i>auto insurance multi-modal learning</i> (AIML), yang mengintegrasikan pemrosesan bahasa alami dan teknik visi komputer meningkatkan deteksi kecurangan secara signifikan dengan memanfaatkan data <i>multi-modal</i> untuk prediksi perilaku kecurangan yang lebih akurat.
2	<i>Automatic Machine learning Algorithms for Fraud Detection in Digital Payment Systems</i>	O. Kolodiziev, A. Mints, P. Sidelov, I. Pleskun, dan O. Lozynska (2020)	Penggunaan algoritma pembelajaran mesin otomatis dalam sistem pembayaran digital menunjukkan efektivitas tidak hanya melalui kualitas pengklasifikasi dan pengurangan biaya pengembangan, tetapi juga melalui peningkatan potensi interpretabilitas, yang

			sangat diperlukan untuk mengatasi tantangan yang berkembang dalam mendeteksi transaksi kecurangan.
3	<i>Chinese Corporate Fraud Risk Assessment with Machine Learning</i>	Qingyang Lu, Chuyan Fu, Kailiang Nan, Yichu Fang, Jialue Xu, Jinyao Liu, Anthony Graham Bellotti, dan Boon Giin Lee (2023)	Memanfaatkan berbagai algoritma <i>machine learning</i> untuk meningkatkan akurasi model dan <i>area under receiver operating characteristic (ROC) curve (AUC)</i> adalah kunci dalam deteksi kecurangan, dengan sumber data <i>real-time</i> dan analisis sentimen dari berita atau media sosial yang memperkuat kerangka kerja melawan taktik kecurangan yang terus berkembang.
4	<i>Comparing Performances and Effectiveness of Machine learning Classifiers in Detecting Financial Accounting Fraud for Turkish SMEs</i>	Serhan Hamal dan Ozlem Senvar (2021)	Penggunaan <i>two sampling methods of synthetic minority oversampling technique (SMOTE)</i> untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas, <i>t-test</i> dan <i>genetic search</i> untuk pemilihan fitur, serta evaluasi tujuh pengklasifikasi pembelajaran mesin (<i>support vector machine, naive bayes, artificial neural network, k-nearest neighbors, random forest, logistic regression, dan bagging</i>) pada UKM Turki, efektif dalam mendeteksi <i>financial accounting fraud</i> .
5	<i>Detecting Fraud Transaction using Ripper Algorithm Combines with Ensemble Learning Model</i>	Vo Hoang Khang, Cao Tung Anh, dan Nguyen Dinh Thuan (2023)	Penggabungan algoritma <i>ripper</i> dengan model <i>ensemble learning</i> , terutama menggunakan <i>gradient boosting</i> , menghasilkan akurasi deteksi lebih dari 99%, menunjukkan efektivitas pembelajaran mesin dalam meningkatkan kemampuan deteksi kecurangan.
6	<i>Detecting Insurance Fraud Using Supervised and Unsupervised Machine Learning</i>	Jörn Debener, Volker Heinke, dan Johannes Kriebel (2023)	Studi ini mengevaluasi metode <i>unsupervised</i> dan <i>supervised machine learning</i> untuk deteksi <i>insurance fraud</i> menggunakan data klaim eksklusif, menemukan bahwa <i>isolation forest</i> dalam <i>unsupervised learning</i> sangat efektif, sementara metode <i>supervised learning</i> juga berkinerja baik meskipun dengan jumlah kasus kecurangan berlabel terbatas.
7	<i>Federated Learning Model for Credit Card Fraud Detection with Data Balancing Techniques</i>	Mustafa Abdul Salam, Khaled M. Fouad, Doaa L. Elbably, dan Salah M. Elsayed (2024)	<i>Federated learning model</i> meningkatkan deteksi kecurangan kartu kredit dengan memungkinkan kolaborasi antar bank tanpa berbagi data sensitif, manajemen ketidakseimbangan kelas melalui <i>resampling</i> hibrida meningkatkan kinerja model klasifikasi, dan pengklasifikasi <i>random forest</i> menonjol sebagai metode terbaik berdasarkan parameter kinerja dalam mendeteksi transaksi <i>fraud</i> .
8	<i>Follow the Trail: Machine Learning for Fraud Detection in Fintech Applications</i>	Branka Stojanović, Josip Božić, Katharina Hofer-Schmitz, Kai Nahrgang, Andreas Weber, Atta Badii, Maheshkumar Sundaram, Elliot Jordan, dan Joel Runevic (2021)	<i>Machine learning (ML)</i> melibatkan metode deteksi anomali seperti <i>learning algorithms, statistical models, dan artificial neural networks (ANN)</i> , dengan berbagai algoritma seperti <i>local outlier factor, isolation forest, elliptic envelope, random forest, adaptive boosting, dan extreme gradient boosting</i> terbukti efektif dalam mendeteksi <i>financial fraud</i> .
9	<i>Medicare Fraud Detection Using Graph Analysis: A</i>	Yeeun Yoo, Jinho Shin, dan	Penggunaan fitur sentralitas grafik dalam model pembelajaran mesin, termasuk <i>regresi logistik, random forest, XGBoost, lightGBM, dan MLP</i> , meningkatkan

	<i>Comparative Study of Machine Learning and Graph Neural Networks</i>	Sunghyon Kyeong (2023)	presisi, ingatan, dan skor F1 secara signifikan dibandingkan dengan <i>graph neural networks</i> (GNN), menghasilkan penghematan biaya dalam deteksi kecurangan <i>medicare</i> dan memperkuat koneksi antara analisis grafik dan pembelajaran mesin.
--	--	------------------------	---

Sumber: Data Diolah, 2024

Berikut merupakan kesimpulan mengapa *machine learning* berperan penting dalam deteksi *financial fraud* menurut hasil penelitian yang telah dijabarkan di atas.

1. Data *multi-modal* meningkatkan akurasi deteksi kecurangan, penggunaan data teks dan visual bersama-sama memperkaya informasi yang dimiliki model, sehingga dapat memprediksi perilaku curang dengan lebih baik.
2. Algoritma *automated machine learning* dapat menyintesis model deteksi kecurangan dengan lebih efisien dan mengurangi biaya pengembangan, sambil tetap menjaga kualitas hasil deteksi.
3. Pemanfaatan beragam algoritma *machine learning* dan sumber data *real-time* dapat memperkuat model deteksi kecurangan terhadap taktik kecurangan yang terus berkembang.
4. Model *machine learning* seperti *random forest* yang dioptimalkan dengan teknik *oversampling* dapat unggul dalam mendeteksi kecurangan akuntansi, menunjukkan pentingnya pemilihan dan optimasi model.
5. Metode *federated learning* memungkinkan kolaborasi antar bank tanpa mengorbankan privasi data, meningkatkan deteksi kecurangan kartu kredit dengan mengumpulkan lebih banyak data untuk pelatihan model.

Peran Penting *Big Data Analytics* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

Tabel 4

Peran Penting *Big Data Analytics* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

No	Judul Artikel	Peneliti	Temuan
1	<i>Application of Economic and Mathematical Modelling to Detect and Prevent Fraud in Financial Statements</i>	Olena Akimova, Volodymyr Ivankov, Iryna Nykyforak, Ruslana Andrushko, dan Roman Rak (2023)	Pentingnya penyempurnaan berkelanjutan dan integrasi teknologi yang muncul seperti AI dan analitik data besar untuk meningkatkan kekuatan prediksi dan efisiensi sistem deteksi <i>fraud</i> .
2	<i>Credit Card-Not-Present Fraud Detection and Prevention Using Big Data Analytics Algorithms</i>	Abdul Razaque, Mohamed Ben Haj Frej, Gulnara Bektemyssova, Fathi Amsaad, Muder Almiani, Aziz Alotaibi, N. Z. Jhanjhi, Saule Amanzholova, dan Majid Alshammari (2023)	Algoritma mutakhir seperti <i>random undersampling</i> (RU), <i>t-distributed stochastic neighbor embedding</i> (t-SNE), <i>principal component analysis</i> (PCA), <i>singular value decomposition</i> (SVD), dan <i>logistic regression learning</i> (LRL) diintegrasikan ke dalam metode CCFDP untuk meningkatkan akurasi deteksi <i>fraud</i> dan mempercepat proses pelatihan data.
3	<i>Elucidation of Big Data Analytics in Banking: A Four-Stage Delphi study</i>	Mohammad Soltani Delgosha, Nastaran Hajiheydari, dan Sayed Mahmood Fahimi (2021)	Analisis data besar memainkan peran krusial dalam meningkatkan pengambilan keputusan dan pengembangan produk di sektor perbankan, terutama dalam aplikasi deteksi <i>financial fraud</i> .
4	<i>End-to-End Real-time Architecture for Fraud Detection in Online Digital Transactions</i>	Abbassi Hanae, Berkaoui Abdellah, Elmendili Saida, dan Gahi youssef (2023)	Algoritma analitik data besar dapat mengelola instans kecurangan transaksi <i>online</i> yang kompleks secara efektif, meningkatkan kemampuan deteksi kegiatan <i>fraud</i> dengan mengeksplorasi kendala waktu

			yang dihadapi pelaku tersebut dan berbagai transaksi digital serta perilaku pelanggan.
5	<i>FraudAuditor: A Visual Analytics Approach for Collusive Fraud in Health Insurance</i>	Jiehui Zhou, Xumeng Wang, Jie Wang, Hui Ye, Huanliang Wang, Zihan Zhou, Dongming Han, Haochao Ying, Jian Wu, dan Wei Chen (2023)	<i>FraudAuditor</i> adalah pendekatan analitik visual tiga tahap yang memfasilitasi deteksi kecurangan kolusif dalam asuransi kesehatan dengan memungkinkan pembangunan jaringan kunjungan bersama, deteksi kelompok pelaku yang mencurigakan, dan verifikasi perilaku pasien yang mencurigakan melalui visualisasi yang disesuaikan untuk berbagai skala waktu.
6	<i>The Accuracy versus Interpretability Trade-off in Fraud Detection Model</i>	Anna Nesvijevskaia, Sophie Ouillade, Pauline Guilmin, dan Jean-Daniel Zucker (2021)	Dalam perbankan, analisis data yang efektif esensial untuk pengendalian risiko dan pemahaman mekanisme kecurangan, dengan transparansi dan interpretabilitas algoritma menjadi lebih penting daripada sekadar akurasi statistik dalam deteksi kegiatan <i>fraud</i> .

Sumber: Data Diolah, 2024

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa penyempurnaan teknologi, penggunaan algoritma canggih, dan analitik data besar sangat penting dalam deteksi dan pencegahan kecurangan. Integrasi berbagai teknologi ini tidak hanya meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik di sektor keuangan. Dengan fokus pada transparansi dan interpretabilitas, lembaga keuangan dapat lebih efektif mengelola risiko dan memahami mekanisme kecurangan. Pendekatan analitik visual seperti *FraudAuditor* juga memberikan nilai tambah dalam mengidentifikasi kecurangan yang kompleks melalui visualisasi data yang mendalam.

Peran Penting *Artificial Intelligence* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

Tabel 5
Peran Penting *Artificial Intelligence* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

No	Judul Artikel	Peneliti	Temuan
1	<i>Industry 4.0 in Finance: The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Digital Financial Inclusion</i>	David Mhlanga (2020)	<i>Artificial intelligence</i> (AI) memegang peranan kunci dalam meningkatkan keamanan <i>cyber</i> dan deteksi kecurangan di lembaga keuangan, memfasilitasi partisipasi yang lebih luas dalam sektor keuangan, dan memperkuat perlindungan konsumen serta integrasi pasar melalui aplikasi yang beragam, dari pengelolaan risiko hingga pencegahan manipulasi pasar.
2	<i>Exploring the Impact of AI-Based Cyber Security Financial Sector Management</i>	Shailendra Mishra (2023)	Penggunaan algoritma AI seperti <i>enhanced encryption standard</i> dan <i>k-nearest neighbor</i> , bersama dengan teknik keamanan <i>cyber</i> berbasis AI seperti model CS-FSM, secara signifikan meningkatkan deteksi dan pencegahan kecurangan keuangan, memperkuat privasi dan keamanan data, serta mengurangi risiko dan serangan <i>cyber</i> dalam manajemen sektor keuangan.

3	<i>Advancement of Banking and Financial Services Employing Artificial Intelligence and the Internet of Things</i>	Ni Luh Putri Srinadi, Dadang Hermawan, dan Anak Agung Ngurah Adhi Jaya (2023)	AI memegang peranan kunci dalam mendeteksi dan mencegah kecurangan keuangan dengan menganalisis data besar, memantau transaksi dan tren pasar melalui penasihat robo, serta mengidentifikasi perilaku mencurigakan melalui interaksi pelanggan dan titik kontak perbankan untuk intervensi dan penyelidikan tepat waktu.
4	<i>Financial Risk Management and Explainable, Trustworthy, Responsible AI</i>	Sebastian Fritz-Morgenthal, Bernhard Hein, dan Jochen Papenbrock (2022)	AI meningkatkan kemampuan anti-pencucian uang dan deteksi kecurangan dengan analisis data yang kompleks, sambil memastikan keputusan keuangan yang lebih aman dan terkontrol melalui kerangka kerja tata kelola yang transparan dan dapat dipertanggungjawabkan
5	<i>A Comprehensive Study of Artificial Intelligence and Cybersecurity on Bitcoin, Crypto Currency and Banking System</i>	Tamanna Choithani, Asmita Chowdhury, Shriya Patel, Poojan Patel, Daxal Patel, Manan Shah (2024)	AI meningkatkan keamanan perbankan dengan cara mendeteksi kecurangan dan mengoptimalkan operasi, serta memberikan wawasan prediktif yang membantu bank dalam membuat keputusan yang lebih tepat dan mengembangkan metode baru untuk mencegah kecurangan keuangan.

Sumber: Data Diolah, 2024

Dari penelitian-penelitian yang telah dibahas diatas, dapat disimpulkan bahwa *artificial intelligence* (AI) memiliki peran krusial dalam mendeteksi dan mencegah kecurangan keuangan di sektor perbankan dan keuangan. Dengan kemampuan untuk menganalisis data besar, memantau transaksi dan tren pasar, serta mengidentifikasi perilaku mencurigakan, AI tidak hanya meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi kecurangan tetapi juga memperkuat keamanan *cyber* dan privasi data. Selain itu, penerapan AI mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik melalui wawasan prediktif dan kerangka kerja tata kelola yang transparan dan dapat dipertanggungjawabkan, sehingga mampu memperkuat perlindungan konsumen dan integrasi pasar secara keseluruhan.

Sintesis Temuan Hasil Penelitian

Bagian ini akan menyajikan sintesis dari 20 artikel temuan, yang secara khusus dirancang untuk menjawab pertanyaan penelitian atau *research question* (RQ).

Kekuatan dan Kelemahan Big Data Analytics, Machine Learning, dan Artificial Intelligence dalam Pendeteksian Financial Fraud di Lembaga Keuangan

Untuk mengetahui apakah *big data analytics*, *machine learning*, dan *artificial intelligence* berperan penting dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan, maka dibutuhkan penjabaran tentang kekuatan dan kelemahan masing-masing variabel tersebut dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan.

Tabel 6

Persentase Penilaian *Big Data Analytics* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

Indikator	Kekuatan (%)	Kelemahan (%)
Efektivitas Deteksi	90%	10%
Akurasi	85%	15%
Kecepatan	80%	20%
Kemudahan Penggunaan	70%	30%

Biaya	60%	40%
Adaptabilitas	75%	25%

Sumber: Data Diolah, 2024

Tabel 7
Persentase Penilaian Kekuatan Algoritma *Machine Learning* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

Kelompok Algoritma	Algoritma	Efektivitas Deteksi (%)	Akurasi (%)	Kecepatan (%)	Kemudahan Penggunaan (%)	Biaya (%)	Adaptabilitas (%)
Pembelajaran Terawasi	<i>XGBoost</i>	75	70	60	65	50	70
	<i>Logistic Regression</i>	70	65	80	90	70	60
	<i>Random Forest</i>	85	99	70	60	50	85
	SVM	80	85	60	55	65	75
Pembelajaran Tanpa Pengawasan	<i>Isolation Forest</i>	80	75	70	65	60	70
Pembelajaran Ansambel	<i>Gradient Boosting</i>	90	98	65	55	50	85
	<i>Random Forest</i>	85	99	70	60	50	85
Pembelajaran Federasi	<i>Federated Learning</i>	65	60	55	50	40	70
Jaringan Neural Grafik	HAN	70	52	50	45	55	60
Pembelajaran Mesin Otomatis	<i>AutoML</i>	75	70	75	80	60	65

Sumber: Data Diolah, 2024

Tabel 8
Persentase Penilaian *Artificial Intelligence* dalam Pendeteksian *Financial Fraud* di Lembaga Keuangan

Indikator	Kekuatan (%)	Kelemahan (%)
Efektivitas Deteksi	90%	10%
Akurasi	85%	15%
Kecepatan	80%	20%
Kemudahan Penggunaan	70%	30%
Biaya	60%	40%
Adaptabilitas	75%	25%

Sumber: Data Diolah, 2024

Perkembangan Penelitian BDA, ML, dan AI dalam Pendeteksian *Financial Fraud*

Penelitian tentang analisis *big data* dalam deteksi kecurangan telah berkembang pesat sejak awal abad ke-21, didorong oleh krisis keuangan tahun 2008 dan regulasi yang memaksa sektor perbankan untuk lebih transparan serta memanfaatkan data pelanggan secara luas. Deteksi kecurangan diidentifikasi sebagai aplikasi penting *big data analytics* (BDA) dalam perbankan, membantu meningkatkan pengambilan keputusan dan manajemen risiko. Penelitian *machine learning* dalam deteksi kecurangan telah berkembang dari model tunggal ke model ansambel untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi, dengan pengenalan algoritma seperti regresi logistik, SVM, dan *XGBoost*. Peran AI juga telah berkembang untuk memerangi ancaman *cyber* yang kompleks seperti pencurian identitas dan *malware*, serta meningkatkan langkah-langkah keamanan secara keseluruhan. Prospek masa depan AI dalam deteksi kecurangan sangat menjanjikan, dengan kemajuan berkelanjutan yang diharapkan dapat memperkuat langkah-langkah keamanan siber secara efektif.

Eksplorasi Arah Penelitian di Masa Depan

Dari pembahasan sintesis temuan hasil penelitian, dapat terlihat bahwa *big data analytics* dan *artificial intelligence* sudah cukup efektif dalam mendeteksi *financial fraud* menurut skor penilaian. Sedangkan, beberapa algoritma pada *machine learning* memiliki skor kelemahan yang lumayan besar, contohnya adalah *federated learning* dan jaringan neural grafik, khususnya model HAN. Untuk itu ada beberapa integrasi antar algoritma yang dapat dilakukan untuk mengatasi kelemahan yang ada pada kedua algoritma tersebut.

Tabel 9
Sintesis Rationale GNN dan Random Forest

Aspek	GNN	Random Forest	Sintesis Rationale
Efektivitas Deteksi dan Akurasi	Efektivitas Deteksi: 70% Akurasi: 52%	Efektivitas Deteksi: 85% Akurasi: 99%	Random forest dapat meningkatkan akurasi dan efektivitas deteksi dari GNN. GNN yang kuat dalam mendeteksi pola dalam data grafis akan semakin kuat dengan tambahan akurasi dari random forest.
Kecepatan	50%	70%	Random forest yang lebih cepat dapat membantu mengatasi masalah kecepatan GNN.
Adaptabilitas	60%	85%	Random forest memiliki tingkat adaptabilitas yang lebih tinggi, yang dapat membantu GNN beradaptasi lebih baik terhadap skema kecurangan yang kompleks dan berubah-ubah.
Kemudahan Penggunaan	45%	60%	Penggunaan random forest yang lebih mudah dapat membuat keseluruhan sistem lebih user-friendly.
Biaya	55%	50%	Penggunaan sumber daya yang efisien dari random forest dapat membantu mengurangi biaya operasional GNN.

Sumber: Data Diolah, 2024

Tabel 10
Sintesis Rationale Federated Learning dengan Gradient Boosting

Aspek	Federated Learning	Gradient Boosting	Sintesis Rationale
Efektivitas Deteksi dan Akurasi	Efektivitas Deteksi: 65% Akurasi: 60%	Efektivitas Deteksi: 90% Akurasi: 98%	Gradient boosting dapat meningkatkan akurasi dan efektivitas deteksi dari federated learning. Federated learning memungkinkan data tersebar di berbagai sumber tanpa perlu mengumpulkannya di satu lokasi, sedangkan gradient boosting membawa kemampuan prediksi yang sangat akurat.
Kecepatan	55%	65%	Gradient boosting yang lebih cepat dapat membantu mengatasi masalah kecepatan dalam federated learning.
Adaptabilitas	70%	85%	Kombinasi ini meningkatkan adaptabilitas karena gradient boosting sudah memiliki adaptabilitas yang tinggi dan dapat diintegrasikan dengan berbagai jenis data yang dikumpulkan melalui federated learning.
Kemudahan Penggunaan	50%	55%	Gradient boosting yang lebih mudah digunakan dapat membantu mengurangi kompleksitas implementasi federated learning.
Biaya	40%	50%	Gradient boosting menggunakan sumber daya yang lebih efisien, yang dapat membantu mengurangi biaya operasional federated learning.

Sumber: Data Diolah, 2024

Berdasarkan tabel sintesis rationale diatas, maka arah penelitian yang dapat dieksplorasi di masa mendatang adalah mengintegrasikan algoritma *machine learning* yang memiliki kelemahan besar dengan yang memiliki kekuatan besar untuk meningkatkan keefektifan, akurasi, dan beberapa aspek lainnya dalam pendeteksian *financial fraud* di lembaga keuangan. Contoh integrasi yang dapat

menjadi penelitian di masa mendatang yaitu integrasi algoritma GNN dengan *random forest*, serta integrasi algoritma *federated learning* dan *gradient boosting*.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Bagian ini berisi kesimpulan dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penerapan *big data analytics* (BDA), *machine learning* (ML), dan *artificial intelligence* (AI) sangat berperan penting dalam pendeteksian *financial fraud*, dilihat dari rata-rata kekuatan masing-masing teknologi tersebut yang menunjukkan kekuatan yang signifikan. Sistem deteksi *financial fraud* dengan menggunakan BDA dan AI masing-masing menunjukkan rata-rata kekuatan yang sama yaitu sebesar 76.67%. Di sisi lain, dalam konteks pendeteksian *financial fraud* menggunakan *machine learning*, terdapat beberapa algoritma yang memiliki skor kelemahan yang tinggi. Algoritma tersebut adalah GNN dan *federated learning*. Untuk mengatasi kelemahan tersebut dibutuhkan pengintegrasian dengan algoritma yang memiliki skor kekuatan yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian tentang integrasi algoritma *machine learning* di masa mendatang.

Rekomendasi

Rekomendasi yang ditujukan pada peneliti yang akan menggarap penelitian sejenis adalah perlunya indikator yang dapat menjadi acuan untuk penilaian variabel, karena penilaian indikator dalam penelitian ini masih dilakukan secara subjektif. Topik yang dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut adalah mengenai integrasi algoritma *machine learning* yang kurang efektif dengan algoritma yang tinggi efektivitasnya. Tujuannya adalah untuk memperkuat efektivitas, akurasi, dan berbagai aspek lain dari deteksi *financial fraud* di lembaga keuangan. Salah satu contoh penelitian yang bisa dieksplorasi di masa mendatang adalah penggabungan atau integrasi algoritma *graph neural networks* (GNN) dengan *random forest*, serta kombinasi *federated learning* dengan *gradient boosting*. Untuk membuktikan hasil dari integrasi tersebut, maka perlu dilakukan penelitian secara empiris.

REFERENSI

- Abbassi, H., El Alaoui, I., & Gahi, Y. (2021). Fraud Detection Techniques in the Big Data Era. *Proceedings of the 2nd International Conference on Big Data, Modelling and Machine Learning*, 161–170. <https://doi.org/10.5220/0010730300003101>
- Abdul Salam, M., Fouad, K. M., Elbably, D. L., & Elsayed, S. M. (2024). Federated Learning Model for Credit Card Fraud Detection with Data Balancing Techniques. *Neural Computing and Applications*, 36(11), 6231–6256. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-09410-2>
- Akimova, O., Ivankov, V., Nykyforak, I., Andrushko, R., & Rak, R. (2023). Application of Economic and Mathematical Modelling to Detect and Prevent Fraud in Financial Statements. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 6(53), 217–232. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.6.53.2023.4215>
- Ali, A., Abd Razak, S., Othman, S. H., Eisa, T. A. E., Al-Dhaqm, A., Nasser, M., Elhassan, T., Elshafie, H., & Saif, A. (2022). Financial Fraud Detection Based on Machine Learning: A Systematic Literature Review. *Applied Sciences*, 12(19), 9637. <https://doi.org/10.3390/app12199637>
- Alimohammadlou, M., & Khoshsepehr, Z. (2023). The Role of Society 5.0 in Achieving Sustainable Development: A Spherical Fuzzy Set Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(16), 47630–47654. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25543-2>
- Broby, D. (2021). Financial Technology and the Future of Banking. *Financial Innovation*, 7(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00264-y>
- Chen, Chiang, & Storey. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165. <https://doi.org/10.2307/41703503>



- Choithani, T., Chowdhury, A., Patel, S., Patel, P., Patel, D., & Shah, M. (2024). A Comprehensive Study of Artificial Intelligence and Cybersecurity on Bitcoin, Crypto Currency and Banking System. *Annals of Data Science*, 11(1), 103–135. <https://doi.org/10.1007/s40745-022-00433-5>
- Debener, J., Heinke, V., & Kriebel, J. (2023). Detecting Insurance Fraud using Supervised and Unsupervised Machine Learning. *Journal of Risk and Insurance*, 90(3), 743–768. <https://doi.org/10.1111/jori.12427>
- Desai, J., Watson, D., Wang, V., Taddeo, M., & Floridi, L. (2022). The Epistemological Foundations of Data Science: A Critical Review. *Synthese*, 200(6), 469. <https://doi.org/10.1007/s11229-022-03933-2>
- El Kafhali, S., Tayebi, M., & Sulimani, H. (2024). An Optimized Deep Learning Approach for Detecting Fraudulent Transactions. *Information*, 15(4), 227. <https://doi.org/10.3390/info15040227>
- Fritz-Morgenthal, S., Hein, B., & Papenbrock, J. (2022). Financial Risk Management and Explainable, Trustworthy, Responsible AI. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.779799>
- Grossi, V., Giannotti, F., Pedreschi, D., Manghi, P., Pagano, P., & Assante, M. (2021). Data Science: A Game Changer for Science and Innovation. *International Journal of Data Science and Analytics*, 11(4), 263–278. <https://doi.org/10.1007/s41060-020-00240-2>
- Gupta, P. (2024). Securing Tomorrow: The Intersection of AI, Data, and Analytics in Fraud Prevention. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 17(3), 75–92. <https://doi.org/10.9734/ajrcos/2024/v17i3425>
- Hamal, S., & Senvar, O. (2021). Comparing Performances and Effectiveness of Machine Learning Classifiers in Detecting Financial Accounting Fraud for Turkish SMEs. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 14(1), 769–782. <https://doi.org/10.2991/ijcis.d.210203.007>
- Hanae, A., Abdallah, B., Saida, E., & Youssef, G. (2023). End-to-End Real-time Architecture for Fraud Detection in Online Digital Transactions. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 14, Issue 6). www.ijacsa.thesai.org
- Hasan, Md. M., Popp, J., & Oláh, J. (2020). Current Landscape and Influence of Big Data on Finance. *Journal of Big Data*, 7(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00291-z>
- Hazen, B. T., Boone, C. A., Ezell, J. D., & Jones-Farmer, L. A. (2014). Data Quality for Data Science, Predictive Analytics, and Big Data in Supply Chain Management: An Introduction to the Problem and Suggestions for Research and Applications. *International Journal of Production Economics*, 154, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.04.018>
- Hoang Khang, V., Tung Anh, C., Dinh Thuan, N., & Chi Minh City, H. (2023). Detecting Fraud Transaction using Ripper Algorithm Combines with Ensemble Learning Model. *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(4). www.ijacsa.thesai.org
- Hong, Z. (2024). *Fraud Detection with Machine Learning: Identifying Suspicious Patterns in Financial Transactions*. Medium.
- Ikhsan, W. M., Ednoer, E. H., Kridantika, W. S., & Firmansyah, A. (2022). Fraud Detection Automation Through Data Analytics and Artificial Intelligence. *Riset*, 4(2), 103–119. <https://doi.org/10.37641/riset.v4i2.166>
- Jan, C.-L. (2021). Detection of Financial Statement Fraud Using Deep Learning for Sustainable Development of Capital Markets under Information Asymmetry. *Sustainability*, 13(17), 9879. <https://doi.org/10.3390/su13179879>
- Kesuma, J., & Sunarto, F. (2020). *Manfaat dan Tantangan Data Analytics untuk Mendeteksi Kecurangan*.
- Kolodiziev, O., Mints, A., Sidelov, P., Pleskun, I., & Lozynska, O. (2020). Automatic Machine Learning Algorithms for Fraud Detection in Digital Payment Systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(107), 14–26. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212830>
- Kuehner-Hebert, K. (2024). *Fraud Trends Spilling into Early 2024*. BAI.



- Lu, Q., Fu, C., Nan, K., Fang, Y., Xu, J., Liu, J., Bellotti, A. G., & Lee, B. G. (2023). Chinese Corporate Fraud Risk Assessment with Machine Learning. *Intelligent Systems with Applications*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200294>
- Mhlanga, D. (2020). Industry 4.0 in Finance: The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Digital Financial Inclusion. *International Journal of Financial Studies*, 8(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijfs8030045>
- Mishra, S. (2023). Exploring the Impact of AI-Based Cyber Security Financial Sector Management. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/app13105875>
- Ndama, O., & En-Naimi, E. M. (2023). Credit Card Fraud Detection Using SVM, Decision Tree and Random Forest Supervised Machine Learning Algorithms (pp. 316–327). https://doi.org/10.1007/978-3-031-28387-1_27
- Nesvijevskaia, A., Ouillade, S., Guilmin, P., & Zucker, J. D. (2021). The Accuracy versus Interpretability Trade-off in Fraud Detection Model. *Data and Policy*, 3(7). <https://doi.org/10.1017/dap.2021.3>
- Razaque, A., Frej, M. B. H., Bektemysova, G., Amsaad, F., Almiani, M., Alotaibi, A., Jhanjhi, N. Z., Amanzholova, S., & Alshammari, M. (2023). Credit Card-Not-Present Fraud Detection and Prevention Using Big Data Analytics Algorithms. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/app13010057>
- Saragih, A. D., & Dewayanto, T. (2023). Systematic Literature Review : Dampak Teknologi Big Data Analytics dalam Mendeteksi Fraud pada Bidang Audit. *Diponegoro Journal of Accounting*, 12(3).
- Soltani Delgosha, M., Hajiheydari, N., & Fahimi, S. M. (2021). Elucidation of Big Data Analytics in Banking: A Four-stage Delphi Study. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(6), 1577–1596. <https://doi.org/10.1108/JEIM-03-2019-0097>
- Sood, P., Sharma, C., Nijjer, S., & Sakhuja, S. (2023). Review the Role of Artificial Intelligence in Detecting and Preventing Financial Fraud using Natural Language Processing. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 14(6), 2120–2135. <https://doi.org/10.1007/s13198-023-02043-7>
- Srinadi, N. L. P., Hermawan, D., & Jaya, A. A. N. A. (2023). Advancement of Banking and Financial Services Employing Artificial Intelligence and the Internet of Things. *Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications*, 14(1), 106–117. <https://doi.org/10.58346/JOWUA.2023.II.009>
- Stojanović, B., Božić, J., Hofer-Schmitz, K., Nahrgang, K., Weber, A., Badii, A., Sundaram, M., Jordan, E., & Runevic, J. (2021). Follow the Trail: Machine Learning for Fraud Detection in Fintech Applications. *Sensors*, 21(5), 1–43. <https://doi.org/10.3390/s21051594>
- Wang, H., Zheng, J., Carvajal-Roca, I. E., Chen, L., & Bai, M. (2023). *Financial Fraud Detection Based on Deep Learning: Towards Large-Scale Pre-training Transformer Models* (pp. 163–177). https://doi.org/10.1007/978-981-99-7224-1_13
- Yang, J., Chen, K., Ding, K., Na, C., & Wang, M. (2023). Auto Insurance Fraud Detection with Multimodal Learning. *Data Intelligence*, 5(2), 388–412. https://doi.org/10.1162/dint_a_00191
- Yang, X., Zhang, C., Sun, Y., Pang, K., Jing, L., Wa, S., & Lv, C. (2023). FinChain-BERT: A High-Accuracy Automatic Fraud Detection Model Based on NLP Methods for Financial Scenarios. *Information*, 14(9), 499. <https://doi.org/10.3390/info14090499>
- Yoo, Y., Shin, J., & Kyeong, S. (2023). Medicare Fraud Detection Using Graph Analysis: A Comparative Study of Machine Learning and Graph Neural Networks. *IEEE Access*, 11, 88278–88294. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3305962>
- Zhou, J., Wang, X., Wang, J., Ye, H., Wang, H., Zhou, Z., Han, D., Ying, H., Wu, J., & Chen, W. (2023). FraudAuditor: A Visual Analytics Approach for Collusive Fraud in Health Insurance. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 29(6), 2849–2861. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3261910>