

TINJAUAN SISTEMATIS: ANALISIS SWOT DAN KESENJANGAN UNTUK PERBANDINGAN ALGORITMA XGBOOST-SMOTE DAN RANDOM FOREST-SMOTE PADA DETEKSI FRAUD TRANSAKSI KARTU KREDIT BERDASARKAN STANDAR POJK NO. 11/POJK.03/2022

1. Pendahuluan

Tingginya volume transaksi kartu kredit digital telah meningkatkan risiko penipuan, menciptakan kebutuhan mendesak akan sistem deteksi yang akurat dan compliant dengan regulasi perbankan. POJK No. 11/POJK.03/2022 tentang Penerapan Teknologi Informasi oleh Bank Umum menetapkan standar keamanan TI yang harus dipatuhi perbankan Indonesia. Machine learning dengan teknik handling imbalance data seperti SMOTE menjadi solusi potensial, namun diperlukan analisis komparatif mendalam antara algoritma XGBoost dan Random Forest dalam konteks compliance regulasi ini.

2. Metodologi

Tujuh artikel penelitian terindeks dengan Digital Object Identifiers (DOI) dianalisis secara sistematis. Studi-studi ini mengeksplorasi penerapan machine learning, resampling techniques, dan aspek regulasi untuk deteksi penipuan kartu kredit. Sintesis temuan difokuskan pada analisis komparatif XGBoost-SMOTE vs Random Forest-SMOTE dan keselarasan dengan framework POJK No. 11/POJK.03/2022.

3. Sintesis Temuan

Tabel di bawah ini mensintesis temuan inti dari lima tinjauan yang menjadi dasar analisis ini.

DOI / Sitasi	Temuan Inti	Penekanan Utama
10.29207/resti.v6i6.4213	Recall improved dari 81.63% (Random Forest) menjadi 92% (Gradient Boosting); SMOTE untuk optimasi data	Bukti empiris perbandingan performa Random Forest vs boosting techniques
10.7717/peerj-cs.1278	ML dan deep learning populer untuk deteksi fraud kartu kredit; review 181 artikel (2019-2021)	Konteks penelitian terkini dan identifikasi gap metodologi
10.3390/fi16060196	Federated learning + blockchain dengan Random Forest + SMOTE meningkatkan performa	Validasi efektivitas Random Forest-SMOTE dalam architecture modern
10.3390/math10132272	Hybrid ML + swarm metaheuristic (XGBoost + SMOTE) menunjukkan hasil superior	Bukti keunggulan XGBoost-SMOTE dengan optimasi parameter
10.3390/technologies13030088	XGBoost + SMOTE konsisten capai F1 score tertinggi di semua level imbalance	Pembandingan langsung XGBoost vs Random Forest dengan SMOTE
10.35877/soshum2169	Analisis hukum perlindungan data nasabah perbankan dan kerangka POJK	Dasar regulasi untuk evaluasi compliance sistem deteksi fraud
10.1080/17521440.2020.1760454	Kebutuhan pendekatan proaktif regulasi AI di sektor finansial	Konteks regulatory gap untuk implementasi AI-based fraud detection

4. Analisis SWOT

Dimensi	Analisis
Kekuatan (Strengths)	<ul style="list-style-type: none"> • S1. Kinerja Teknis Terbukti: XGBoost-SMOTE mencapai F1 score tertinggi dan robust di berbagai tingkat ketidakseimbangan data • S2. Peningkatan Signifikan: Boosting techniques meningkatkan recall hingga 92% dibanding Random Forest (81.63%) • S3. Dukungan Regulasi: POJK No. 11/POJK.03/2022 memberikan landasan hukum implementasi sistem deteksi fraud • S4. Optimasi Efektif: Teknik metaheuristic (Group Search Firefly) terbukti meningkatkan performa hybrid model
Kelemahan (Weaknesses)	<ul style="list-style-type: none"> • W1. Keterbatasan Proteksi Data: Regulasi existing belum memberikan panduan teknis implementasi yang komprehensif • W2. Variasi Performa: Random Forest menunjukkan recall lebih rendah dibanding algoritma boosting • W3. Kompleksitas Implementasi: Integrasi sistem deteksi dengan framework regulasi yang kompleks • W4. Sumber Daya Komputasi: Proses training dan tuning memerlukan computational resources signifikan
Peluang (Opportunities)	<ul style="list-style-type: none"> • O1. Framework Evaluasi Baru: Mengembangkan framework evaluasi yang mengintegrasikan aspek teknis dan compliance POJK • O2. Optimasi Lanjutan: Potensi tuning lebih lanjut dengan berbagai algoritma optimasi untuk kedua algoritma • O3. Integrasi Teknologi Emerging: Kombinasi dengan federated learning dan blockchain untuk enhanced security • O4. Standardisasi Benchmark: Menetapkan protokol standar evaluasi sesuai requirement POJK
Ancaman (Threats)	<ul style="list-style-type: none"> • T1. Regulatory Gap: Kurangnya translasi prinsip AI governance ke implementasi praktis • T2. Evolusi Teknik Fraud: Perkembangan metode penipuan membutuhkan continuous improvement sistem • T3. Data Privacy Concerns: Risiko pencurian data selama proses transaksi dan training model

	<ul style="list-style-type: none"> • T4. Kompleksitas Compliance: Tantangan memenuhi seluruh requirement POJK dalam sistem ML
--	---

5. Analisis Kesenjangan (Gap Analysis)

Analisis ini mengidentifikasi kesenjangan kritis dalam lanskap penelitian saat ini yang perlu diatasi agar bidang ini dapat matang.

Kategori Kesenjangan	Kesenjangan yang Teridentifikasi	Bukti dari Data yang Disediakan
Kesenjangan Evaluasi Komparatif	Tidak ada studi yang secara spesifik membandingkan XGBoost-SMOTE vs Random Forest-SMOTE dalam konteks compliance POJK	Beberapa studi (10.3390/technologies13030088) membandingkan beberapa teknik, namun tidak secara khusus dan mendalam membandingkan semua dalam konteks hybrid dengan XGBoost untuk kartu kredit.
Kesenjangan Framework Regulasi-Teknis	Belum ada framework evaluasi yang menghubungkan performance metrics dengan requirements POJK No. 11/POJK.03/2022	Meski dinyatakan robust (10.3390/technologies13030088), tidak ada analisis mendalam tentang batasan robustness-nya terhadap drift konsep atau imbalance yang sangat ekstrem.
Kesenjangan Validasi Compliance	Tidak ada protokol validasi yang menghubungkan efektivitas algoritma dengan standar perlindungan data nasabah	Tidak satu pun penelitian yang disintesis membahas metode <i>Explainable AI</i> (XAI) untuk menjelaskan prediksi dari model XGBoost-SMOTE.
Kesenjangan Implementasi Industri	Kesenjangan antara hasil akademis dengan panduan implementasi praktis di industri perbankan	Kompleksitas komputasional disebut sebagai kelemahan (W1), tetapi tidak ada solusi efisiensi yang diusulkan secara mendalam dalam literatur yang ditinjau.
Kesenjangan Robustness Ekstrem	Tidak ada analisis mendalam tentang performa algoritma pada tingkat ketidakseimbangan sangat ekstrem	Semua penelitian berfokus pada kinerja algoritmik, bukan pada jalur implementasi, <i>model deployment</i> , atau integrasi dengan sistem produksi.

6. Kesimpulan

Bidang deteksi fraud kartu kredit menunjukkan kekuatan teknis yang menjanjikan dengan XGBoost-SMOTE, namun menghadapi tantangan implementasi dalam kerangka regulasi POJK No. 11/POJK.03/2022. Kesenjangan kritis teridentifikasi dalam evaluasi komparatif spesifik antara XGBoost-SMOTE dan Random Forest-SMOTE, serta integrasi aspek teknis dengan requirements regulasi. Penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan tersebut dengan memberikan analisis komparatif komprehensif yang selaras dengan standar POJK, sekaligus memberikan rekomendasi implementasi bagi industri perbankan Indonesia.