

Deteksi Anomali Pembayaran TPD dan TKGB dengan *Isolation Forest* dan Evaluasi Risiko Berbasis COSO ERM

Chikal Lyra Saeni Putri¹⁾, Rizal Rachman²⁾

^{1), 2)} Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
Antapani, Jl. Terusan Sekolah No.1-2, Cicaheum, Kec. Kiaracondong, Kota Bandung, Jawa Barat 40282
Email : chikallyra@gmail.com¹⁾, rizalrachman@ars.ac.id²⁾

ABSTRACT

Discrepancies in payment systems, such as overpayments, underpayments, and recording errors, have the potential to cause financial losses and reduce institutional accountability. This study aims to detect anomalies in the payment data of Lecturer Professional Allowances (TPD) and Distinguished Professor Honoraria (TKGB) at LLDIKTI Region IV using the *Isolation Forest* algorithm, and to evaluate the associated financial risks through the COSO ERM framework. The data analyzed were derived from historical SPTJM Online records. The results show that the algorithm successfully identified 150 anomalies in salary data and 144 in payment data, with significant deviation scores. t-SNE visualization revealed a clear separation between normal and anomalous data, while the chi square test indicated that the anomalies were systemic in nature. The COSO ERM evaluation highlighted the highest compliance in risk identification, although weaknesses were found in data integration and reporting systems. This integrative approach proves effective in detecting anomalies and strengthening financial oversight in higher education institutions.

Keywords : Anomaly detection, COSO ERM, *Isolation Forest*, TPD TKGB, Financial Risk.

ABSTRAK

Ketidaksesuaian dalam sistem pembayaran, seperti selisih jumlah dan kesalahan pencatatan, berpotensi menimbulkan kerugian finansial dan menurunkan akuntabilitas institusi. Penelitian ini bertujuan mendeteksi anomali pada data pembayaran Tunjangan Profesi Dosen (TPD) dan Tunjangan Kehormatan Guru Besar (TKGB) di LLDIKTI Wilayah IV menggunakan algoritma *Isolation Forest* serta mengevaluasi risiko keuangan melalui kerangka kerja COSO ERM. Data yang dianalisis diperoleh dari arsip historis SPTJM Online. Hasil menunjukkan bahwa algoritma mengidentifikasi 150 anomali pada data gaji dan 144 pada data pembayaran, dengan skor deviasi signifikan. Visualisasi t-SNE memperlihatkan pemisahan tegas antara data normal dan anomali, sedangkan uji chi square mengindikasikan sifat sistemik dari anomali. Evaluasi COSO ERM mengungkap aspek identifikasi risiko tertinggi, namun terdapat kelemahan pada integrasi data dan pelaporan. Pendekatan integratif ini terbukti efektif dalam mendeteksi anomali dan memperkuat pengawasan keuangan institusi pendidikan tinggi.

Kata Kunci : Deteksi anomali, COSO ERM, *Isolation Forest*, TPD TKGB, Analisis Risiko.

1. Pendahuluan

Sistem pembayaran dalam sektor publik, khususnya di lingkungan pendidikan tinggi, menuntut akurasi dan keberlanjutan agar tidak menimbulkan kerugian finansial maupun penurunan akuntabilitas institusi. Ketidaksesuaian pembayaran, baik dalam bentuk kelebihan, kekurangan, atau kesalahan pencatatan, masih menjadi persoalan yang kerap terjadi, terlebih dalam sistem tunjangan rutin seperti Tunjangan Profesi Dosen (TPD) dan Tunjangan Kehormatan Guru Besar (TKGB). Dalam praktiknya, kesalahan ini seringkali tidak terdeteksi secara dini, sehingga baru diketahui setelah proses pencairan selesai, yang pada akhirnya menyulitkan proses koreksi dan menambah beban administratif (Puskaji, 2020; Shawoo et al., 2022). Di LLDIKTI Wilayah IV, berdasarkan observasi tahun 2024, sekitar 15% data pembayaran menunjukkan ketidaksesuaian, yang sebagian besar masih ditangani secara manual. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah belum optimalnya deteksi dini anomali pembayaran TPD dan TKGB secara sistematis dan terintegrasi dengan evaluasi risiko kelembagaan.

Sebagai respon terhadap kebutuhan akan deteksi dini yang lebih efisien, berbagai metode berbasis *machine learning* telah dikembangkan. *Isolation Forest* merupakan salah satu algoritma yang terbukti mampu mengidentifikasi anomali secara efektif tanpa memerlukan data berlabel, menjadikannya ideal untuk digunakan dalam dataset keuangan berskala besar dan kompleks (Xu et al., 2023). Penerapan algoritma ini telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam berbagai konteks, seperti dalam analisis kinerja dosen (Mutmainah & Yustanti, 2024), transaksi keuangan berskala besar (Wibawa & Karyawati, 2023), serta deteksi anomali pada sistem pembayaran bernilai tinggi (Desai et al., 2025). Desai bahkan mengembangkan pendekatan dua lapis yang mengandalkan *Isolation Forest* pada tahap kedua untuk menyaring transaksi yang mencurigakan, membuktikan bahwa algoritma ini memiliki potensi besar dalam mendeteksi penyimpangan secara sistematis.

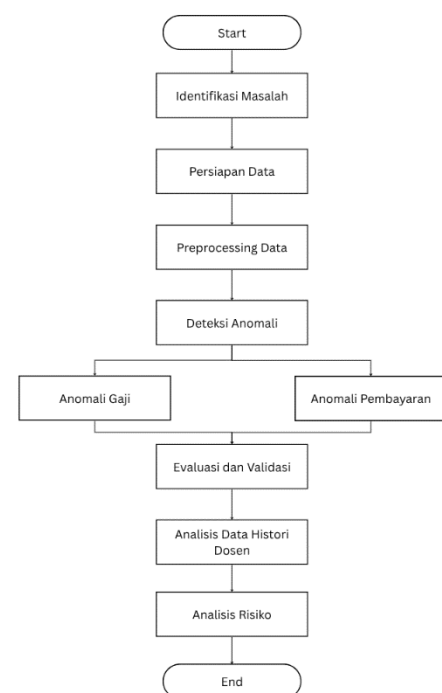
Kendati begitu, temuan anomali dari algoritma seperti *Isolation Forest* tidak akan memiliki dampak maksimal tanpa ditindaklanjuti dalam konteks manajemen risiko kelembagaan. Dalam hal ini, kerangka kerja COSO Enterprise Risk Management (ERM) dapat digunakan untuk menilai dampak dari anomali terhadap tata kelola dan akuntabilitas keuangan. COSO ERM telah banyak digunakan untuk memetakan risiko operasional dan kelemahan pengendalian internal di berbagai sektor, termasuk di perguruan tinggi (Nurlaela & Suhendi, 2021) maupun perusahaan swasta (Sumarna & Novitasari, 2022). (Lokanan & Ramzan, n.d.) juga menunjukkan bagaimana COSO dapat dikombinasikan dengan pendekatan *machine learning* untuk mendeteksi fraud dalam laporan keuangan. Penelitian ini mencoba melanjutkan pendekatan tersebut ke dalam konteks tunjangan dosen, di mana deteksi anomali perlu

diintegrasikan dengan evaluasi kelembagaan agar solusi yang dihasilkan tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga strategis.

Oleh karena itu, penelitian ini menggabungkan algoritma *Isolation Forest* dan kerangka COSO ERM untuk mendeteksi serta mengevaluasi anomali pembayaran TPD dan TKGB di LLDIKTI Wilayah IV. Dengan menggunakan data historis dari sistem SPTJM, pendekatan ini bertujuan tidak hanya mengidentifikasi entri-entri yang menyimpang secara statistik, tetapi juga memberikan pemahaman risiko yang lebih komprehensif guna mendukung transparansi dan perbaikan sistem pengelolaan tunjangan di masa depan.

2. Metodologi

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi anomali dalam pembayaran TPD dan TKGB di LLDIKTI Wilayah IV menggunakan algoritma *Isolation Forest*, serta mengevaluasi risiko yang ditimbulkan melalui kerangka kerja COSO ERM. Proses penelitian ini mengikuti langkah-langkah sistematis yang meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data, preprocessing, deteksi anomali, evaluasi, validasi, serta analisis risiko. Tahapan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

Tahapan ini dilakukan melalui observasi langsung dan diskusi dengan Kepala Pokja Perencanaan, Keuangan, dan Barang Milik Negara (PKBMN) di LLDIKTI Wilayah IV. Diskusi ini menggali persoalan dalam proses pencatatan dan pencairan pembayaran TPD

dan TKGB, termasuk kesalahan dan keterbatasan sistem deteksi anomali yang masih bersifat manual.

2.2. Persiapan Data

Data diperoleh dari aplikasi SPTJM, mencakup pembayaran TPD dan TKGB pada tahun 2023 hingga 2024. Selain itu data acuan gaji dosen dihimpun sebagai referensi pembandingan, mencakup golongan, masa kerja, dan besaran gaji pokok.

2.3. Preprocessing Data

Preprocessing dilakukan untuk memastikan data dalam format yang bersih dan siap untuk dianalisis. Proses ini mencakup pembersihan data (menghapus duplikat dan inkonsistensi), penanganan nilai hilang (menghapus atau mengimputasi data), konversi tipe data, normalisasi menggunakan StandarScaler, dan transformasi fitur untuk menyesuaikan dengan kebutuhan model.

2.4. Deteksi Anomali

Deteksi anomali dilakukan pada dua dimensi data: gaji dan pembayaran. Untuk data gaji, fitur yang digunakan meliputi golongan, masa kerja, dan status jabatan. Data dibersihkan dan dinormalisasi sebelum diterapkan algoritma *Isolation Forest*, yang bekerja dengan mengisolasi data yang menyimpang dari pola umum (Mensi & Bicego, 2021; Usman et al., 2023; Yang et al., 2024; Yepmo et al., 2024). Secara umum, skor anomali (*anomaly score*) pada *Isolation Forest* dihitung berdasarkan estimasi kedalaman pohon rata-rata $h(x)$ untuk setiap titik data, menggunakan rumus berikut:

$$s(x, n) = 2^{-\frac{h(x)}{c(n)}} \quad \dots (1)$$

Di mana:

- $s(x, n)$: skor anomali data x
- x terhadap jumlah sampel n
- $h(x)$: kedalaman rata-rata dari pohon isolasi tempat x ditemukan
- $c(n)$: nilai normalisasi yang dihitung sebagai
- $c(n) = 2H = (n - 1) - \frac{1(n-1)}{n}$, dengan $H(i)$ adalah bilangan harmonik

Semakin tinggi nilai skor $s(x, n)$ mendekati 1, semakin besar kemungkinan bahwa titik tersebut merupakan anomali (Tokovarov & Karczmarek, 2022).

Untuk data pembayaran, perhitungan nilai ideal dilakukan berdasarkan gaji pokok, kemudian perbedaan antara nilai ideal dan aktual digunakan untuk mendeteksi anomali.

2.5. Evaluasi dan Validasi

Evaluasi hasil deteksi anomali dilakukan dengan menggunakan statistik deskriptif, khususnya dengan

mengukur standar deviasi skor anomali untuk menilai konsistensi data. Pengujian Chi-Square dimanfaatkan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara anomali dan variabel lainnya, seperti bulan pembayaran dan histori perubahan data dosen (Pongoh, 2022; Turhan, 2020). Interpretasi didasarkan pada p-value, dengan $p < 0,05$ menunjukkan hubungan signifikan antara anomali dan histori perubahan dosen, serta $p > 0,05$ menunjukkan ketidaksignifikan hubungan tersebut. (Altman & Krzywinski, 2024).

2.6. Analisis Histori Dosen

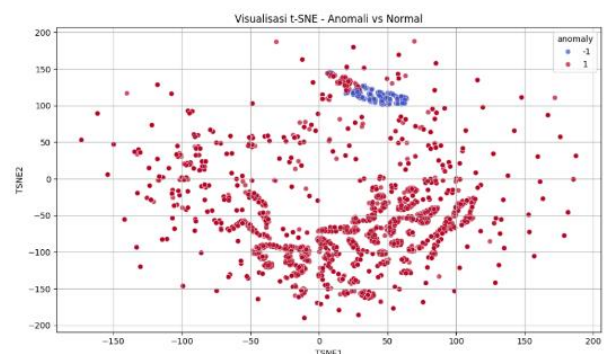
Analisis dilakukan untuk menelusuri hubungan antara perubahan data dosen (golongan, jabatan, masa kerja) dengan munculnya anomali pada pembayaran. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah ketidaksesuaian pembayaran disebabkan oleh faktor administratif atau keterlambatan dalam pembaruan data.

2.7. Analisis Risiko

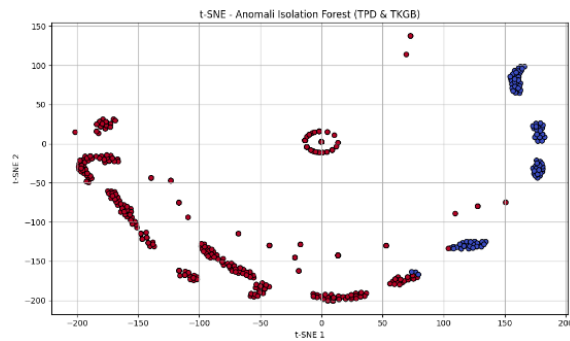
Tahap terakhir adalah evaluasi risiko yang merujuk pada COSO ERM. Setiap anomali yang terdeteksi dievaluasi berdasarkan lima komponen utama COSO: *Governance & Culture, Strategy & Objective-Setting, Performance, Review & Revision, dan Information, Communication, and Reporting* (Borena, 2024; COSO, 2017; Park et al., 2021). Berdasarkan hasil analisis, rekomendasi disusun untuk perbaikan sistem pengendalian internal, penguatan audit, serta peningkatan akuntabilitas di LLDIKTI Wilayah IV.

3. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *Isolation Forest* efektif dalam mengidentifikasi anomali, baik pada data gaji maupun pembayaran TPD dan TKGB. Berdasarkan pengukuran standar deviasi, skor anomali yang terdeteksi pada data gaji adalah 0,0815, sedangkan pada data pembayaran adalah 0,0607, yang memperlihatkan adanya perbedaan pola penyimpangan antara keduanya. Data gaji menunjukkan persebaran anomali yang lebih luas, yang mungkin mengindikasikan ketidaksesuaian antara nominal gaji dengan atribut personal dosen, seperti golongan atau masa kerja.

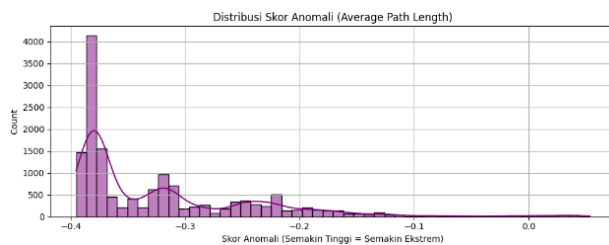


Gambar 2. Distribusi Anomali Gaji

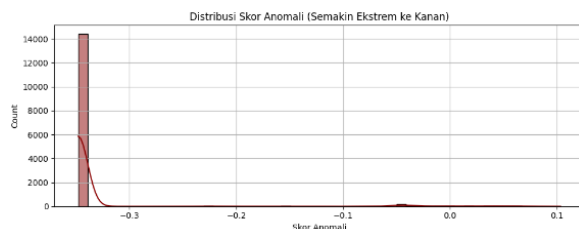


Gambar 3. Distribusi Anomali Pembayaran

Visualisasi penyebaran anomali yang ditunjukkan pada Gambar 2. dan Gambar 3. melalui t-SNE memperkuat temuan ini, di mana titik-titik anomali (berlabel -1) secara konsisten terpisah dari mayoritas data yang berlabel normal. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan isolasi berhasil mendeteksi titik-titik outlier yang tidak mengikuti pola umum distribusi data.

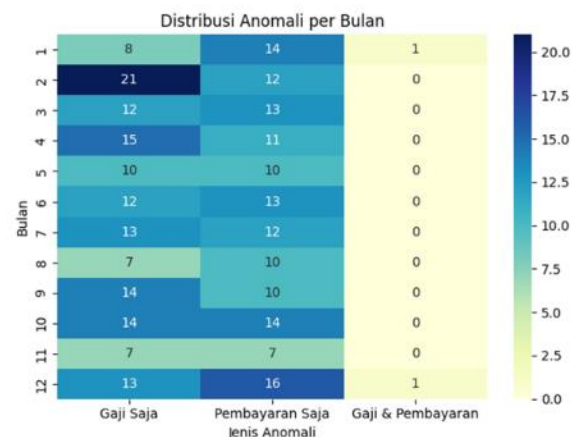


Gambar 4. Visualisasi Skor Anomali Gaji



Gambar 5. Visualisasi Skor Anomali Pembayaran

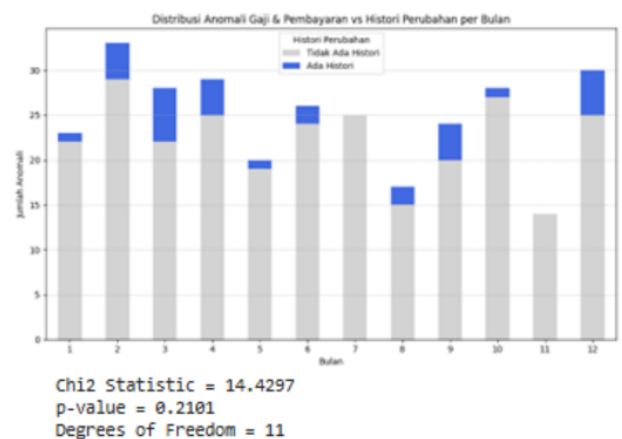
Distribusi skor anomali yang ditunjukkan pada Gambar 4. dan Gambar 5. cenderung condong ke sisi kiri (negatif), dengan sedikit lonjakan di sisi kanan (lebih ekstrem), yang menandakan bahwa sebagian besar data berada pada kategori normal, namun terdapat sejumlah data yang menyimpang signifikan dan terdeteksi dengan jelas.



Hasil Uji Chi-Square:
Chi2 Statistic = 15.4306
p-value = 0.8431
Degrees of Freedom = 22

Gambar 6. Heatmap Keselarasan

Hasil uji Chi-Square yang dilakukan untuk melihat hubungan antara jenis anomali dan waktu (bulan) menunjukkan nilai $p > 0,05$, yang mengindikasikan bahwa tidak ada hubungan signifikan antara keduanya yang diperlihatkan pada Gambar 6. Temuan ini menguatkan dugaan bahwa anomali dalam data pembayaran bersifat sistemik, bukan dipengaruhi oleh faktor musiman.



Chi2 Statistic = 14.4297
p-value = 0.2101
Degrees of Freedom = 11

Gambar 7. Distribusi Anomali dan Historis

Selain itu, pada Gambar 7. ditunjukkan analisis terhadap histori perubahan data dosen tidak menunjukkan adanya korelasi signifikan terhadap kemunculan anomali, yang mengindikasikan bahwa penyimpangan lebih banyak disebabkan oleh faktor sistem pembayaran itu sendiri daripada perubahan atribut dosen.

Dalam konteks risiko kelembagaan, penerapan kerangka COSO ERM membantu memetakan titik-titik kritis dalam proses tata kelola pembayaran. Salah satu temuan penting adalah kurangnya integrasi data antar sistem dan tidak adanya mekanisme pelaporan yang dapat memantau anomali secara dinamis. Hal ini menandakan bahwa pengendalian internal perlu

diperkuat, khususnya dalam aspek komunikasi informasi dan penilaian risiko secara berkelanjutan.

Jika dibandingkan dengan studi sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh (Airlangga, 2024) dan (Desai et al., 2025), temuan penelitian ini konsisten dengan hasil mereka bahwa *Isolation Forest* memberikan deteksi anomali yang andal, terutama ketika diterapkan pada data berdimensi tinggi dan kompleks. Visualisasi menggunakan PCA dan t-SNE juga mendukung hasil tersebut, di mana skor anomali yang tinggi merepresentasikan data yang tidak sesuai dengan kebiasaan sistemik, seperti kelebihan pembayaran atau distribusi yang tidak proporsional.

Tabel 1. Analisis COSO ERM

Komponen COSO	Prinsip COSO	Temuan / Indikasi	Skor Risiko (1-5)	Catatan / Tindak Lanjut
Governance & Culture	Menetapkan struktur dan tanggung jawab	Terdapat 150 anomali gaji dan 144 anomali pembayaran	4	Perlu struktur audit internal pangkat dan golongan dosen yang terbaru
	Menunjukkan komitmen terhadap kompetensi	Ditemukan perubahan data gaji ekstrem tanpa dukungan masa kerja yang wajar	5	Perlu peningkatan kapasitas dalam pengelolaan data dan pencatatan keuangan
Risk Assessment	Identifikasi risiko	Anomali gaji dan pembayaran berhasil dideteksi secara sistematis	5	Pendekatan algoritma terbukti membantu deteksi awal
	Analisis risiko	STD skor anomali gaji: 0.0815, pembayaran: 0.0607	4	Anomali ekstrem perlu ditindaklanjuti dengan audit manual
	Menilai kemungkinan dan signifikansi risiko	Sebaran anomali tidak signifikan terhadap waktu atau bulan	3	Distribusi acak menandakan sistemik, bukan musiman
Communication	Menggunakan informasi yang	Data tidak terintegrasi penuh antara SDM dan keuangan	4	Integrasi data perlu diperkuat untuk

Komponen COSO	Prinsip COSO	Temuan / Indikasi	Skor Risiko (1-5)	Catatan / Tindak Lanjut
	relevan			mendukung validasi
	Mengkomunikasikan risiko	Tidak ada korelasi signifikan antara histori perubahan dan anomali	3	Review dan validasi histori dosen perlu diperbaiki
	Melaporkan risiko, budaya dan kinerja	Laporan masih dibuat secara manual untuk memvalidasi antara gaji dengan pembayaran yang dilakukan	3	Memanfaatkan menu koreksi dan penggunaan cek eligible data

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi yang disajikan pada Tabel 1., dapat disimpulkan bahwa *Isolation Forest* berhasil mengidentifikasi sejumlah anomali dalam data pembayaran gaji, TPD, dan TKGB dengan efektif. Meskipun tidak ditemukan hubungan signifikan antara anomali dan variabel waktu atau histori perubahan dosen, pola distribusi yang acak dan skor anomali yang ekstrem mengindikasikan adanya risiko sistemik dalam pengelolaan data keuangan.

Evaluasi menggunakan kerangka COSO ERM memberikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap kelemahan tata kelola yang ada, dengan skor risiko tertinggi ditemukan pada aspek identifikasi risiko. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan teknologi berbasis *machine learning* dapat memperkuat pengawasan internal. Namun, beberapa aspek lain, seperti integrasi data, pelaporan risiko, dan kompetensi SDM, masih memerlukan perbaikan lebih lanjut.

Dengan demikian, integrasi antara metode deteksi anomali berbasis algoritma *Isolation Forest* dan evaluasi risiko kelembagaan melalui COSO ERM menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dalam pengawasan keuangan. Pendekatan ini tidak hanya memungkinkan deteksi penyimpangan secara dini, tetapi juga mendukung pengembangan kebijakan pengendalian yang lebih akurat dan berkelanjutan.

3. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa pendekatan gabungan antara algoritma *Isolation Forest* dan kerangka COSO ERM mampu mendeteksi serta mengevaluasi anomali pada sistem pembayaran TPD dan TKGB secara efektif. Temuan menunjukkan bahwa anomali bersifat sistemik dan tidak dipengaruhi oleh faktor waktu maupun perubahan administratif dosen. Evaluasi risiko

kelembagaan mengungkapkan area perbaikan utama pada integrasi data dan pelaporan, yang perlu diperkuat untuk mendukung transparansi dan pengawasan internal institusi pendidikan tinggi.

Penelitian lanjutan dapat mengintegrasikan metode deteksi anomali lainnya seperti Autoencoder atau One-Class SVM untuk membandingkan kinerja model. Selain itu, pengembangan sistem pelaporan otomatis berbasis dashboard dapat mendukung pemantauan anomali secara real-time dan membantu pengambilan keputusan yang lebih cepat dalam pengelolaan tunjangan dosen.

Daftar Pustaka

- Airlangga, G. (2024). ADVANCED MACHINE LEARNING TECHNIQUES FOR SEISMIC ANOMALY DETECTION IN INDONESIA: A COMPARATIVE STUDY OF LOF, ISOLATION FOREST, AND ONE-CLASS SVM. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 5(1), 49–61.
- Altman, N., & Krzywinski, M. (2024). Understanding p-values and significance. *Laboratory Animals*, 58(5), 443–447.
- Borena, M. (2024). *Examining COSO Framework Components for Enhancing Internal Control Effectiveness*.
- COSO. (2017). COSO Enterprise Risk Management. *COSO Enterprise Risk Management*, June. <https://doi.org/10.1002/9781118269145>
- Desai, A., Kosse, A., & Sharples, J. (2025). Finding a needle in a haystack: a machine learning framework for anomaly detection in payment systems. *The Journal of Finance and Data Science*, 11, 100163.
- Lokanan, M., & Ramzan, S. (n.d.). Evaluating the Effectiveness of the Coso Internal Control Framework in Detecting Financial Statement Fraud: A Machine Learning Approach. Available at SSRN 4984607.
- Mensi, A., & Bicego, M. (2021). Enhanced anomaly scores for Isolation Forests. *Pattern Recognition*, 120, 108115.
- Mutmainah, M., & Yustanti, W. (2024). Studi Komparasi Local Outlier Factor (LOF) dan Isolation Forest (IF) pada Analisis Anomali Kinerja Dosen. *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 6(02), 532–540.
- Nurlaela, R., & Suhendi, S. (2021). Evaluasi Manajemen Risiko Tata Kelola TI berbasis COSO ERM Intergrated Framework pada Perguruan Tinggi XYZ. *Jurnal Informatika Terpadu*, 7(1), 15–20.
- Park, K., Qin, J., Seidel, T., & Zhou, J. (2021). Determinants and consequences of noncompliance with the 2013 COSO framework. *Journal of Accounting and Public Policy*, 40(6), 106899.
- Pongoh, F. D. (2022). Analisis Chi-Square, Studi Kasus: Hubungan Motivasi, Keinginan dan Cita-cita masuk IAKN Palangka Raya. *Di'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 9–11.
- Pusat Kajian Akuntabilitas Keuangan Negara, & Badan Keahlian DPR RI. (2020). *AKUNTABILITAS PENGELOLAAN KEUANGAN NEGARA*.
- Shawoo, Z., Maltais, A., Bakhtaoui, I., & Kartha, S. (2022). *Designing a fair and feasible loss and damage finance mechanism*. Stockholm Environment Institute.
- Sumarna, A. D., & Novitasari, N. F. (2022). COSO Framework Sebagai Basis Penilaian Efektifitas Pengendalian Internal Penerimaan Kas (Studi Kasus PT LEP). *Jurnal Akun Nabelo: Jurnal Akuntansi Netral, Akuntabel, Objektif*, 4(2), 656–670.
- Tokovarov, M., & Karczmarek, P. (2022). A probabilistic generalization of Isolation Forest. *Information Sciences*, 584, 433–449. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.10.075>
- Turhan, N. S. (2020). Karl Pearson's Chi-Square Tests. *Educational Research and Reviews*, 16(9), 575–580.
- Usman, N., Utami, E., & Hartanto, A. D. (2023). Comparative Analysis of Elliptic Envelope, Isolation Forest, One-Class SVM, and Local Outlier Factor in Detecting Earthquakes with Status Anomaly using Outlier. *2023 International Conference on Computer Science, Information Technology and Engineering (ICCoSITE)*, 673–678. <https://doi.org/10.1109/ICCoSITE57641.2023.10127748>
- Wibawa, I. M., & Karyawati, A. (2023). Isolation Forest dengan Exploratory Data Analysis pada Anomaly Detection untuk Data Transaksi. *Jurnal Nasional Teknologi Informasi Dan Aplikasinya*, 1, 803. <https://doi.org/10.24843/JNATIA.2023.v01.i03.p04>
- Xu, H., Pang, G., Wang, Y., & Wang, Y. (2023). Deep Isolation Forest for Anomaly Detection. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 35(12), 12591–12604. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2023.3270293>
- Yang, J., Zhou, K., Li, Y., & Liu, Z. (2024). Generalized out-of-distribution detection: A survey. *International Journal of Computer Vision*, 132(12), 5635–5662.
- Yepmo, V., Smits, G., Lesot, M.-J., & Pivert, O. (2024). Leveraging an Isolation Forest to Anomaly Detection and Data Clustering. *Data & Knowledge Engineering*, 151, 102302. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.datak.2024.102302>