

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan. Berkaitan dengan dataset, dataset yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset yang tidak seimbang. Untuk kelas non-fraud (mayoritas) memiliki proporsi 99,3% sedangkan untuk kelas fraud (minoritas) hanya memiliki proporsi 0,7% saja. Kondisi tersebut mengakibatkan model *bias* ke kelas mayoritas sehingga untuk kasus *fraud* seperti ini akan berbahaya apabila prediksi untuk kelas *fraud* nya rendah. Untuk itu, metode SMOTE terbukti berhasil diterapkan untuk menyeimbangkan jumlah kelas *fraud* dan kelas *non-fraud*. Akan tetapi, penggunaan SMOTE pada penelitian ini tidak meningkatkan akurasi model. SMOTE tidak selalu cocok untuk semua kasus dan dataset. *Resampling* berlebihan dengan SMOTE dapat menghasilkan sampel sintesis yang tidak realistis atau *noise* dalam data. Oleh karena itu, penting untuk melakukan evaluasi dan validasi yang cermat terhadap hasil *resampling* SMOTE.

Selanjutnya algoritma yang digunakan pada penelitian ini ada tiga algoritma untuk *base model* (LR, SVM, dan kNN) dan satu algoritma untuk *meta model* (RF). Model dibuat menggunakan teknik *stacking ensemble learning*. Hasil membuktikan bahwa teknik *stacking ensemble learning* dapat meningkatkan akurasi prediksi *base model* sejumlah 0,44% untuk LR, 0,47% untuk SVM, dan 0,13% untuk kNN. Untuk kasus *fraud detection*, matriks akurasi tidak bisa menjadi satu-satunya acuan bahwa

model dikatakan bagus atau tidak. Matriks lain yang perlu dipertimbangkan adalah *recall* karena pada matriks ini terdapat nilai *false negative* yang pada kasus *fraud detection* nilai ini sangat diperhatikan.

6.2 Saran

Saran yang diberikan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya adalah penggunaan dataset yang bervariasi. Dengan demikian model yang dibuat akan semakin akurat. Saran lain adalah pada kombinasi algoritma *base model* dan *meta model*. Penelitian selanjutnya dapat mengkombinasikan algoritma-algoritma prediksi pada *machine learning* untuk mendapatkan model yang lebih optimal. Pemilihan algoritma untuk *meta model* untuk *stacking* juga dapat dipertimbangkan supaya hasilnya lebih optimal. Selanjutnya, untuk kasus *fraud detection*, masalah kecepatan waktu deteksi menjadi hal yang penting. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu mencatat waktu yang dibutuhkan untuk *running* setiap model.

DAFTAR PUSTAKA

- Alharbi, A., Alshammari, M., Okon, O.D., Alabrah, A., Rauf, H.T., Alyami, H. and Meraj, T., 2022. A Novel text2IMG Mechanism of Credit Card Fraud Detection: A Deep Learning Approach. *Electronics (Switzerland)*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/electronics11050756>.
- Ali, A., Abd Razak, S., Othman, S.H., Eisa, T.A.E., Al-Dhaqm, A., Nasser, M., Elhassan, T., Elshafie, H. and Saif, A., 2022. Financial Fraud Detection Based on Machine Learning: A Systematic Literature Review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(19), pp.1–24. <https://doi.org/10.3390/app12199637>.
- Alwadain, A., Ali, R.F. and Muneer, A., 2023. Estimating Financial Fraud through Transaction-Level Features and Machine Learning. *Mathematics*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/math11051184>.
- Amalia, N., 2022. *Digital Financial Services yang Berkembang Pesat di Indonesia*. [online] Finantier. Available at: <<https://finantier.co/id/blog/digital-financial-services-yang-berkembang-pesat-di-indonesia/>> [Accessed 26 March 2023].
- Amini, M. and Rabiei, M., 2022. Ensemble Learning for Fraud Detection in E-commerce Transactions: A Comparative Study. *Journal of Applied Intelligent Systems & Information Sciences*, [online] 3(2), pp.65–73. <https://doi.org/10.22034/JAISIS.2022.377265.1057>.
- Bagga, S., Goyal, A., Gupta, N. and Goyal, A., 2020. Credit Card Fraud Detection using Pipeling and Ensemble Learning. In: *Procedia Computer Science*. Elsevier B.V. pp.104–112. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.06.014>.
- Baker, M.R., Mahmood, Z.N. and Shaker, E.H., 2022. Ensemble Learning with Supervised Machine Learning Models to Predict Credit Card Fraud Transactions. *International Information and Engineering Technology Association (IETA)* , 36(4), pp.509–518. <https://doi.org/10.18280/ria.360401>.
- Daly, L. and Caporal, J., 2023. *Identity Theft and Credit Card Fraud Statistics*. [online] The Ascent. Available at: <<https://www.fool.com/the-ascent/research/identity-theft-credit-card-fraud-statistics/>> [Accessed 17 April 2023].
- Diadiushkin, A., Sandkuhl, K. and Maiatin, A., 2019. Fraud Detection in Payments Transactions: Overview of Existing Approaches and Usage for Instant Payments. *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*. [online] <https://doi.org/10.7250/csimq.2019-20.04>.
- Dornadula, V.N. and Geetha, S., 2019. Credit Card Fraud Detection using Machine Learning Algorithms. In: *Procedia Computer Science*. Elsevier B.V. pp.631–641. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.01.057>.

Fernández, A., García, S., Herrera, F. and Chawla, N. V., 2018. SMOTE for Learning from Imbalanced Data: Progress and Challenges, Marking the 15-year Anniversary. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 61, pp.863–905.

Jan, C.L., 2021. Detection of financial statement fraud using deep learning for sustainable development of capital markets under information asymmetry. *Sustainability (Switzerland)*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/su13179879>.

Lebichot, B., Verhelst, T., Le Borgne, Y.A., He-Guelton, L., Oble, F. and Bontempi, G., 2021. Transfer Learning Strategies for Credit Card Fraud Detection. *IEEE Access*, 9, pp.114754–114766. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3104472>.

Liu, B., Chen, X. and Yu, K., 2021. Online transaction fraud detection system based on machine learning. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2023/1/012054>.

Manlangit, S., Azam, S., Shanmugam, B. and Karim, A., 2019. Novel machine learning approach for analyzing anonymous credit card fraud patterns. *International Journal of Electronic Commerce Studies*, 10(2), pp.175–201. <https://doi.org/10.7903/IJECS.1732>.

OCBC NISP, 2022. *Transaksi Keuangan: Pengertian dan Contohnya Seharian-hari*. [online] OCBC NISP. Available at: <<https://www.ocbcnisp.com/id/article/2022/12/06/transaksi-keuangan-adalah#:~:text=Secara%20sederhana%2C%20transaksi%20keuangan%20adalah,dan%20laporan%20finansial%20usaha%20Anda>> [Accessed 25 June 2023].

Putu Arya Mahatmavidya, 2021. *Transaksi Keuangan Perusahaan: Arti, Jenis dan Cara Pembuatan Catatannya*. [online] mekari.com. Available at: <<https://mekari.com/blog/transaksi-keuangan-perusahaan/>> [Accessed 27 June 2023].

Rahayu, E.U., 2014. Fraud. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Kita*, 3(2), pp.794–805.

Sabau, A.S., 2012. Survey of Clustering based Financial Fraud Detection Research. *Informatika Economica*, 16(1).

Subudhi, S. and Panigrahi, S., 2020. Use of optimized Fuzzy C-Means clustering and supervised classifiers for automobile insurance fraud detection. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 32(5), pp.568–575. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2017.09.010>.

Suyanto, Arifianto, A., Rismala, R. and Sunyoto, A., 2020. *Evolutionary Machine Learning (Pembelajaran Mesin Otonom Berbasis Komputasi Evolusioner)*. 1st ed. Bandung: Informatika Bandung.

Xie, Y., Li, A., Gao, L. and Liu, Z., 2021. A Heterogeneous Ensemble Learning Model Based on Data Distribution for Credit Card Fraud Detection. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/2531210>.

Zhao, Z. and Bai, T., 2022. Financial Fraud Detection and Prediction in Listed Companies Using SMOTE and Machine Learning Algorithms. *Entropy*, 24(8), pp.1–17. <https://doi.org/10.3390/e24081157>.

