

**PERAMALAN DERET WAKTU DAN KLASIFIKASI POTENSI
RISIKO KEAMANAN PENYIMPANAN LIMBAH
RADIOAKTIF DEKAT PERMUKAAN TANAH**



TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Sarjana

KANITA SALSABILA DWI IRMANTI

15210006

**Program Studi Sains Data
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Nusa Mandiri
Jakarta
2025**

PERSEMBAHAN

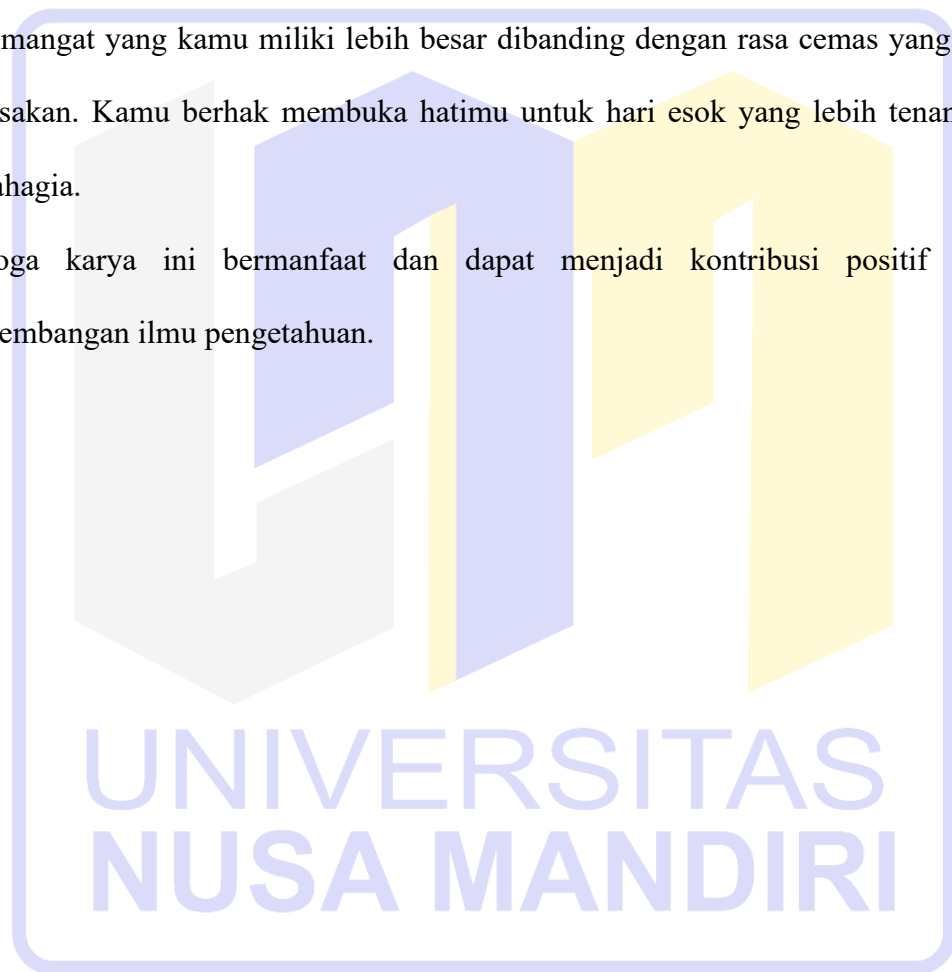
Dengan mengucap puji dan syukur hadirat Allah SWT. Yang telah memberikan karunia-Nya serta nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tersayang, Bapak dan Ibu. Terima kasih atas segala pengorbanan dan ketulusan yang diberikan untuk penulis. Meskipun Bapak dan Ibu tidak sempat merasakan pendidikan di Perguruan Tinggi, namun selalu memberikan yang terbaik, tidak lelah mendo'akan, mengusahakan, dan memberikan dukungan baik moral maupun moril bagi penulis. Semoga dengan adanya tugas akhir ini, dapat membuat Bapak dan Ibu bangga atas pencapaian anak bungsunya yang berhasil menamatkan pendidikan tinggi dengan memperoleh gelar Sarjana.
2. Kakak laki-laki penulis, yang selalu memberikan arahan, dan motivasi untuk terus belajar menjadi adik yang dapat memberikan pengaruh positif seperti dirinya, baik dalam hal akademik maupun non-akademik.
3. Anggi, Desi, Mutiara, Risda selaku teman seperjuangan, yang telah memberikan semangat, kolaborasi, dan dukungan yang berarti dalam penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih sudah memotivasi dan kebersamaan penulis mulai dari semester 1 perkuliahan hingga akhirnya lulus bersama.
4. Linda, Bunga, Chika, Rahma, Refita, Angelina, Defi, Laras selaku teman dan sahabat yang juga memberikan dukungan dan semangat serta menjadi curahan hati penulis. Terima kasih telah menjadi rumah yang hangat, menyenangkan, dan bersedia memberikan masukan kepada penulis supaya tetap semangat.
5. Terima kasih kepada Rony Parulian, Marcello Tahitoe, Salma Salsabil, Padi, Sheila on 7, Hindia, Feast, Slank, Dewa 19, Tipe-x yang telah membuat lirik lagu dengan

makna yang mendalam untuk memberikan semangat dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Terakhir, tidak lupa kepada diri saya sendiri. Terima kasih “Salsa” sudah memilih bertahan dan berjuang untuk tetap ada hingga saat ini serta menjadi perempuan yang kuat. Kamu berhasil melewati tahapan demi tahapan di dunia perkuliahan yang tidak mudah ini. Kamu pun berhasil membuktikan bahwa rasa kuat dan semangat yang kamu miliki lebih besar dibanding dengan rasa cemas yang kamu rasakan. Kamu berhak membuka hatimu untuk hari esok yang lebih tenang dan bahagia.

Semoga karya ini bermanfaat dan dapat menjadi kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan.



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kanita Salsabila Dwi Irmanti

NIM : 15210006

Program Studi : Sains Data

Fakultas : Teknologi Informasi

Perguruan Tinggi : Universitas Nusa Mandiri

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang telah saya buat dengan judul: **“Peramalan Deret Waktu dan Klasifikasi Potensi Risiko Keamanan Penyimpanan Limbah Radioaktif Dekat Permukaan Tanah”** adalah asli (orisinil) atau tidak plagiat (menjiplak) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun juga. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tugas akhir yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari **Universitas Nusa Mandiri** dicabut/dibatalkan.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 29 Juli 2025

Yang menyatakan,



Kanita Salsabila Dwi Irmanti

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Kanita Salsabila Dwi Irmanti

NIM : 15210006

Program Studi : Sains Data

Fakultas : Teknologi Informasi

Perguruan Tinggi : Universitas Nusa Mandiri

Dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak **Universitas Nusa Mandiri**, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free-Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul: **“Peramalan Deret Waktu dan Klasifikasi Potensi Risiko Keamanan Penyimpanan Limbah Radioaktif Dekat Permukaan Tanah”**.

Dengan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** ini pihak **Universitas Nusa Mandiri** berhak menyimpan, mengalih-media atau memformatkan, mengelolanya dalam pangkalan data atau *database*, mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di *internet* atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak **Universitas Nusa Mandiri**, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 29 Juli 2025

Yang menyatakan,



Kanita Salsabila Dwi Irmanti

PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Kanita Salsabila Dwi Irmanti
NIM : 15210006
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Sarjana (S1)
Judul Tugas Akhir : PERAMALAN DERET WAKTU DAN KLASIFIKASI
POTENSI RISIKO KEAMANAN PENYIMPANAN
LIMBAH RADIOAKTIF DEKAT PERMUKAAN TANAH

Telah dipertahankan pada periode 2025-1 dihadapan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh Sarjana Sains Data (S.Si.D) pada Program Sarjana Program Studi Sains Data Fakultas Teknologi Informasi di Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 14 Agustus 2025

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Dosen Pembimbing : Nanang Ruhyana, M.Kom.

Asisten Pembimbing : Syarah Seimahura, M.Kom.

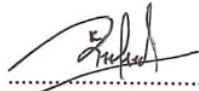

.....

.....

DEWAN PENGUJI

Penguji I : Tati Mardiana, M.Kom.

Penguji II : Riki Supriyadi, M.Kom.


.....

.....

PEDOMAN PENGGUNAAN HAK CIPTA

Tugas akhir yang berjudul **“Peramalan Deret Waktu dan Klasifikasi Potensi Risiko Keamanan Penyimpanan Limbah Radioaktif Dekat Permukaan Tanah”** adalah hasil karya tulis asli milik Kanita Salsabila Dwi Irmanti dan bukan hasil terbitan sehingga peredaran karya tulis hanya berlaku di lingkungan akademik saja, serta memiliki hak cipta. Oleh karena itu, dilarang keras untuk menggandakan baik sebagian maupun seluruhnya karya tulis ini, tanpa seizin penulis.

Referensi kepustakaan diperkenankan untuk dicatat tetapi pengutipan atau peringkasan isi tulisan hanya dapat dilakukan dengan seizin penulis dan disertai ketentuan pengutipan secara ilmiah dengan menyebutkan sumbernya.

Untuk keperluan perizinan pada pemilik dapat menghubungi informasi yang tertera di bawah ini:

Nama : Kanita Salsabila Dwi Irmanti
Alamat : Jl. Wahid Khasim RT 03 RW 01 Limo, Depok
No. Telp : 08979247883
E-mail : kanitasalsabila11@gmail.com

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik. Adapun judul tugas akhir, yang penulis ambil sebagai berikut, **“Peramalan Deret Waktu dan Klasifikasi Potensi Risiko Keamanan Penyimpanan Limbah Radioaktif Dekat Permukaan Tanah”**. Tujuan penulisan tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Universitas Nusa Mandiri. Sebagai bahan penulisan diambil berdasarkan hasil penelitian dan beberapa sumber literatur yang mendukung penulisan ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan tugas akhir ini tidak akan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Nusa Mandiri
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Mandiri
3. Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri
4. Ketua Program Studi Sains Data Universitas Nusa Mandiri.
5. Bapak Nanang Ruhyana, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Ibu Syarah Seimahura, M.Kom, selaku Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
7. Bapak/Ibu dosen Program Studi Sains Data Universitas Nusa Mandiri yang telah memberikan penulis dengan semua bahan yang diperlukan.
8. Karyawan, dosen di lingkungan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

9. Bapak Ir. Sucipta, M.Si., Bapak Heri Syaeful, M.T. selaku pembimbing di Pusat Riset Teknologi Bakar Nuklir dan Limbah Radioaktif (PRTBNLR) yang telah mengarahkan penulis dalam penelitian.
10. Seluruh senior dan rekan kerja di PRTBNLR serta tim riset bidang disposal yang telah memberikan banyak ilmu dan mengarahkan penulis dalam melakukan riset dengan memanfaatkan *Machine Learning*.
11. Orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan moral maupun spritual.
12. Rekan-rekan mahasiswa kelas 15.8A.10.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk disebut satu persatu sehingga terwujudnya penulisan ini. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh sekali dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Jakarta, 29 Juli 2025



Kanita Salsabila Dwi Irmanti



ABSTRAK

Pengelolaan limbah radioaktif jangka panjang, khususnya pada fasilitas *Near Surface Disposal* (NSD), memerlukan pendekatan prediktif dan sistem pemantauan adaptif untuk mengantisipasi risiko terhadap kualitas air tanah. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model deret waktu untuk memprediksi parameter muka air tanah meliputi kedalaman, pH, dan tds serta mengintegrasikannya dengan sistem klasifikasi risiko ESG berbasis aturan dan *machine learning*. Metode yang digunakan meliputi model deret waktu Prophet untuk prediksi parameter air tanah dalam 50 tahun ke depan. Hasil prediksi diklasifikasikan menggunakan *rule-based classification* yang kemudian dievaluasi menggunakan algoritma *Random Forest*. Aplikasi akhir dikembangkan berbasis web menggunakan Streamlit. Model *Prophet* memberikan performa prediksi terbaik untuk kedalaman MAE: 0,71; MAPE: 7,41% dan pH MAE: 0,21; MAPE: 4,89%, namun kurang akurat untuk TDS MAE: 12,16; MAPE: 31,62%. Model *Random Forest* menghasilkan akurasi klasifikasi hingga 98% dan mampu mereplikasi sistem klasifikasi berbasis aturan dengan baik. Integrasi model ini dapat menghasilkan sistem prediktif yang mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan limbah radioaktif berkelanjutan.

Kata Kunci: *Near Surface Disposal*, *machine learning*, peramalan deret waktu, klasifikasi

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

ABSTRACT

Long-term radioactive waste management, especially at Near Surface Disposal (NSD) facilities, requires a predictive approach and adaptive monitoring system to anticipate risks to groundwater quality. This research aims to develop a time series model to predict groundwater level parameters including depth, pH, and tds and integrate it with a rule-based ESG risk classification system and machine learning. The method used includes the Prophet time series model for predicting groundwater parameters in the next 50 years. The prediction results are classified using rule-based classification which is then evaluated using Random Forest algorithm. The final application was developed web-based using Streamlit. The Prophet model provided the best prediction performance for depth MAE: 0.71; MAPE: 7.41% and pH MAE: 0.21; MAPE: 4.89%, but less accurate for TDS MAE: 12.16; MAPE: 31,62%. The Random Forest model produced classification accuracy of up to 98% and was able to replicate the rule-based classification system well. The integration of these models can produce a predictive system that supports decision making in sustainable radioactive waste management.

Keywords: *Near Surface Disposal, machine learning, time series forecasting, classification.*

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Suhartawan *et al.*, *Pengelolaan Limbah Padat, Limbah Industry dan B3*, 1st ed. Padang: GET PRESS INDONESIA, 2023.
- [2] Fariz Aditya, Raja Songkup Pratama, Florensia Silaban, Mantasia Hasibuan, Rahmi Siregar, and Mario Fany Manurung, "Krisis Lingkungan Dan Implikasinya Terhadap Keamanan Manusia," *Student Research Journal*, vol. 1, no. 6, pp. 210–219, Dec. 2023, doi: 10.55606/srjyappi.v1i6.829.
- [3] M. I. Ojovan and H. J. Steinmetz, "Approaches to Disposal of Nuclear Waste," *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 20, p. 7804, Oct. 2022, doi: 10.3390/en15207804.
- [4] I. N. Pratama and H. Hidayatullah, "Strategi dan Kebijakan Pemerintah Dalam Mengatasi Masalah Pencemaran Air Tanah," *Journal of Enviromental Policy and Technology*, no. 2, pp. 105–112, Oct. 2023.
- [5] S. Handayani, S. Sudarti, and Y. Yushardi, "Analisis Kualitas Air Minum Berdasarkan Kadar pH Air Mineral dan Rebusan Sebagai Sumber Energi Terbarukan," *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 7, no. 2, pp. 385–395, 2023.
- [6] R. H. Pratiwi *et al.*, *Kesehatan Lingkungan*, 1st ed. Bandung: WIDIANA BHAKTI PERSADA BANDUNG, 2022.
- [7] F. N. Nabih, A. Takwanto, and M. Rahayu, "Pengaruh Konsentrasi Ozon Terhadap Nilai pH dan Total Dissolved Solid (TDS) Produk Air Minum dalam Kemasan (AMDK)," *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 347–352, May 2023, doi: 10.33795/distilat.v7i2.239.
- [8] M. E. Pramulyana, "Pengukuran Kualiatas Air di Masjid Dengan Menggunakan Parameter TSS, PH, DHL, TDS, dan Turbidity," Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, 2024.
- [9] M. Arya Revansyah *et al.*, "Analisis TDS, PH, dan COD untuk Mengetahui Kualitas Air Warga Desa Cilayung," *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, vol. 12, no. 02, pp. 43–49, Aug. 2022.
- [10] International Atom Energy Agency, "Radioactive Waste Management Solutions for a Sustainable Future," in *Radioactive Waste Management*, Vienna: International Atomic Energy Agency, Nov. 2023, pp. 1–490.
- [11] S. Gupta and S. K. Gupta, "A critical review on water quality index tool: Genesis, evolution and future directions," *Ecol Inform*, vol. 63, p. 101299, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.ecoinf.2021.101299.
- [12] D. E. Daniel, *Geotechnical Practice for Waste Disposal*. Boston, MA: Springer US, 2012. doi: 10.1007/978-1-4615-3070-1.

- [13] K. Tanaka *et al.*, “Microbially Formed Mn(IV) Oxide as a Novel Adsorbent for Removal of Radium,” *Chemosphere*, vol. 355, p. 141837, May 2024, doi: 10.1016/j.chemosphere.2024.141837.
- [14] T. T. Jäger *et al.*, “Characterization of a mock up nuclear waste package using energy resolved MeV neutron analysis,” *Sci Rep*, vol. 15, no. 1, Feb. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-89879-0.
- [15] S. Dizman and O. Mukhtarli, “Tritium concentrations and consequent doses in bottled natural and mineral waters sold in Turkey and Azerbaijan,” *Chemosphere*, vol. 267, p. 128721, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128721.
- [16] A. Chhabra *et al.*, “Sustainable and Intelligent Time-Series Models for Epidemic Disease Forecasting and Analysis,” *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, vol. 3, no. 2, May 2024, doi: 10.1016/j.stae.2023.100064.
- [17] H. L. Vu, K. T. W. Ng, A. Richter, J. Li, and S. A. Hosseinipooya, “Impacts of nested forward validation techniques on machine learning and regression waste disposal time series models,” *Ecol Inform*, vol. 72, p. 101897, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.ecoinf.2022.101897.
- [18] M. J. A. Shohan, M. O. Faruque, and S. Y. Foo, “Forecasting of Electric Load Using a Hybrid LSTM-Neural Prophet Model,” *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 6, pp. 1–18, Mar. 2022, doi: 10.3390/en15062158.
- [19] Fariz Aditya, Raja Songkup Pratama, Florensia Silaban, Mantasia Hasibuan, Rahmi Siregar, and Mario Fany Manurung, “Krisis Lingkungan Dan Implikasinya Terhadap Keamanan Manusia,” *Student Research Journal*, vol. 1, no. 6, pp. 210–219, Dec. 2023, doi: 10.55606/srjyappi.v1i6.829.
- [20] H. Susiati *et al.*, *Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir di Indonesia Upaya Berkelanjutan Menuju Net Zero Emission*. Malang: Unisma Press, 2023. doi: 10.5281/zenodo.7905583.
- [21] X. Wang *et al.*, “Identification of Key Degradation Processes of Cement-Based Materials in Low-Level Radioactive Waste Near-Surface Disposal Sites over a Large Time Scale,” 2024, pp. 799–805. doi: 10.3233/ATDE240708.
- [22] R. Gelar Guntara, “Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7,” *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 55–60, Feb. 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.750.
- [23] C. Schröer, F. Kruse, and J. M. Gómez, “A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process Model,” *Procedia Comput Sci*, vol. 181, pp. 526–534, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.199.
- [24] C. Zhang, W. Ding, and L. Zhang, “Impacts of Missing Buoy Data on LSTM-Based Coastal Chlorophyll-a Forecasting,” *Water (Basel)*, vol. 16, no. 21, p. 3046, Oct. 2024, doi: 10.3390/w16213046.

- [25] J. Brownlee, *Deep Learning for Time Series Forecasting*, 1.9. 2018.
- [26] R. P. Masini, M. C. Medeiros, and E. F. Mendes, "Machine learning advances for time series forecasting," *J Econ Surv*, vol. 37, no. 1, pp. 76–111, Feb. 2023, doi: 10.1111/joes.12429.
- [27] A. Ramadhan, A. Huda, Syerlie Annisa, and I. Efendi, "Perancangan Rule-Based Classification bagi Guru Baru Teknik Informatika," *SATIN - Sains dan Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 142–151, Dec. 2022, doi: 10.33372/stn.v8i2.919.
- [28] A. Abbas *et al.*, "Surface and sub-surface flow estimation at high temporal resolution using deep neural networks," *J Hydrol (Amst)*, vol. 590, p. 125370, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125370.
- [29] Y. Kim, J. Jeong, H. Park, M. Kwon, C. Cho, and J. Jeong, "Development of a data-driven ensemble regressor and its applicability for identifying contextual and collective outliers in groundwater level time-series data," *J Hydrol (Amst)*, vol. 612, p. 128127, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.jhydrol.2022.128127.
- [30] M. A. Alshara, "Stock Forecasting Using Prophet vs. LSTM Model Applying Time-Series Prediction," *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 22, no. 2, pp. 185–192, 2022, doi: 10.22937/IJCSNS.2022.22.2.24.
- [31] M. Barooni, S. Ghaderpour Taleghani, M. Bahrami, P. Sedigh, and D. Velioglu Sogut, "Machine Learning-Based Forecasting of Metocean Data for Offshore Engineering Applications," *Atmosphere (Basel)*, vol. 15, no. 6, p. 640, May 2024, doi: 10.3390/atmos15060640.
- [32] C. Pires and M. V. Martins, "Enhancing Water Management: A Comparative Analysis of Time Series Prediction Models for Distributed Water Flow in Supply Networks," *Water (Basel)*, vol. 16, no. 13, p. 1827, Jun. 2024, doi: 10.3390/w16131827.
- [33] A. Zubair, *Data Mining Menggunakan Orange*. Yogyakarta: Teknosian, 2022.
- [34] T. Fadiyah Basar, D. E. Ratnawati, and I. Arwani, "Analisis Sentimen Pengguna Twitter terhadap Pembayaran Cashless menggunakan Shopeepay dengan Algoritma Random Forest," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 3, pp. 1426–1433, Mar. 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [35] E. O. Ojetunde, I. H. Denwigwe, P. A. Nwachukwu, and J. A. Adebisi, "A Review of Environmental, Social and Governance Frameworks in Sustainable Disposal of Waste from Renewable Energy Resources," *JDFEWS*, vol. 4, no. 2, pp. 1–22, 2023.
- [36] J. Jiao, Y. Shuai, and J. Li, "Identifying ESG types of Chinese solid waste disposal companies based on machine learning methods," *J Environ Manage*, vol. 360, p. 121235, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.jenvman.2024.121235.

- [37] F. Gholian-Jouybari *et al.*, “Developing environmental, social and governance (ESG) strategies on evaluation of municipal waste disposal centers: A case of Mexico,” *Chemosphere*, vol. 364, p. 142961, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.chemosphere.2024.142961.
- [38] G. Hu and W. Pfingsten, “Data-driven machine learning for disposal of high-level nuclear waste: A review,” *Ann Nucl Energy*, vol. 180, p. 109452, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.anucene.2022.109452.
- [39] M. Kazaryan, E. A. Semenishchev, and V. Voronin, “The underground surface analysis of waste disposal objects based on the neural network image processing methods,” in *Algorithms, Technologies, and Applications for Multispectral and Hyperspectral Imaging XXVIII*, D. W. Messinger and M. Velez-Reyes, Eds., SPIE, May 2022, p. 44. doi: 10.1117/12.2620807.
- [40] H. Li, Z. Jin, and S. Krishnamoorthy, “E-Waste Management Using Machine Learning,” in *2021 6th International Conference on Big Data and Computing*, New York, NY, USA: ACM, May 2021, pp. 30–35. doi: 10.1145/3469968.3469973.
- [41] S. Sudaryono, *Metodologi Riset di Bidang TI*, I. 2015.
- [42] H. Mondal, S. M. Swain, and S. Mondal, “How to Conduct Descriptive Statistics Online: A Brief Hands-on Guide for Biomedical Researchers,” *Indian Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, vol. 9, no. 1, pp. 70–76, Jan. 2022, doi: 10.4103/ijves.ijves_103_21.
- [43] P. Hidayatullah and J. K. Kawistara, *Pemrograman Web*, I. Bandung: Informatika Bandung, 2017.

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI