

PREDIKSI SAMPAH JAKARTA TIMUR DAN KLASIFIKASI PROFIL PENGGUNA MENGGUNAKAN *PROPHET* DAN KNN

Inka Aqila Nurfalqi¹, Jihad Akbar², Nela Nurazizah³,
Angga Yudha⁴, Rindiani Nurcahyani⁵, Mohammad Bayu Anggara⁶

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bale Bandung¹
email: inkaaqila05@gmail.com¹

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bale Bandung²
email: jihadar165@gmail.com²

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bale Bandung³
email: nelanurazizah06@gmail.com³

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bale Bandung⁴
email: anggaigantara27@gmail.com⁴

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bale Bandung⁵
email: rindianinurcahyani5@gmail.com⁵

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bale Bandung⁶
email: mohammadbayuanggara@gmail.com⁶

Abstrak

Permasalahan timbunan sampah di kawasan perkotaan seperti Jakarta Timur menjadi tantangan serius yang memerlukan pendekatan prediktif dan edukatif. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem berbasis kecerdasan buatan menggunakan algoritma Prophet untuk memprediksi volume timbunan sampah tahunan dan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) untuk mengklasifikasikan profil pengguna berdasarkan kebiasaan pengelolaan sampah. Data yang digunakan mencakup volume sampah tahunan dan jumlah penduduk Jakarta Timur periode 2019–2024, serta data simulatif untuk klasifikasi pengguna. Hasil prediksi menunjukkan bahwa timbunan sampah pada tahun 2026 diperkirakan mencapai 873.800 ton dengan tingkat akurasi tinggi (MAPE 1,13%). Model KNN juga menunjukkan akurasi klasifikasi sebesar 100% pada nilai $k = 1$. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk website edukatif interaktif yang menyajikan hasil prediksi dan klasifikasi secara visual dan memberikan rekomendasi berbasis profil pengguna. Penelitian ini membuktikan bahwa gabungan metode prediksi dan klasifikasi dapat memberikan solusi edukatif berbasis teknologi yang efektif dalam meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan sampah yang berkelanjutan di kawasan urban.

Kata Kunci: Prediksi Sampah, Klasifikasi Pengguna, Prophet, KNN, Jakarta Timur

Abstract

The issue of waste accumulation in urban areas such as East Jakarta has become a serious challenge that requires both predictive and educational approaches. This study aims to develop an artificial intelligence-based system using the Prophet algorithm to predict annual waste volume and the K-Nearest Neighbors (KNN) algorithm to classify user profiles based on waste management behavior. The data used includes annual waste volume and population of East Jakarta from 2019 to 2024, as well as synthetic data for user classification. The prediction results show that the waste volume in 2026 is estimated to reach 873,800 tons with a high level of accuracy (MAPE 1.13%). The KNN model also achieved 100% classification accuracy at $k = 1$. The system is implemented as an interactive educational website that presents prediction and classification results visually and provides personalized recommendations based on user profiles. This study demonstrates that the combination of prediction and classification methods can offer a technology-based educational solution that effectively enhances public awareness and participation in sustainable waste management in urban areas.

Keywords: Waste Prediction, User Classification, Prophet, KNN, East Jakarta

1. PENDAHULUAN

Permasalahan pengelolaan sampah telah menjadi isu global yang mendesak, memengaruhi lingkungan, kesehatan masyarakat, dan keberlanjutan kota. Timbulan sampah yang terus meningkat memicu berbagai permasalahan, termasuk pencemaran lingkungan, penyebaran penyakit, dan penurunan kualitas hidup masyarakat (Khamid et al., 2024). Oleh karena itu, pengelolaan sampah yang tepat dan efektif menjadi bagian integral dari upaya pembangunan berkelanjutan untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan layak huni (Tjendra & Ismelina, 2024).

Jakarta Timur, sebagai salah satu wilayah administratif terpadat di Provinsi DKI Jakarta, menghadapi tantangan signifikan dalam pengelolaan sampah. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), timbulan sampah tahunan Jakarta Timur pada tahun 2024 tercatat sebesar 859.045,05 ton (SIPSN, 2024). Jumlah ini menjadikan Jakarta Timur sebagai salah satu penyumbang sampah terbesar secara nasional (Geo-Image Journal, 2022). Volume timbulan sampah tersebut diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan tingginya aktivitas masyarakat dan laju urbanisasi di wilayah ini. Oleh karena itu, diperlukan upaya prediksi volume sampah yang akurat agar pemerintah dapat merancang strategi penanganan yang tepat, seperti peningkatan kapasitas fasilitas pengolahan sampah, pengaturan ritasi pengangkutan, serta pelibatan masyarakat dalam program pengurangan sampah (Gunawansyah & Fauzi, 2024).

Permasalahan utama yang melatarbelakangi penelitian ini adalah kurangnya prediksi jangka panjang mengenai volume sampah yang dihasilkan, terbatasnya pemahaman tentang perilaku masyarakat terhadap sampah plastik, dan belum banyaknya sistem edukatif yang terintegrasi dengan teknologi kecerdasan buatan. Dalam konteks ini, kemampuan untuk melakukan prediksi timbulan sampah secara akurat menjadi sangat penting. Prediksi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan strategis, seperti pengalokasian armada pengangkut sampah, perencanaan kapasitas tempat pengolahan, hingga penentuan kebutuhan edukasi dan intervensi berbasis perilaku. Studi-studi sebelumnya umumnya berfokus pada klasifikasi jenis sampah atau prediksi volume sampah (Almira et al., 2024; Hayuningtyas Roosaputri & Dewi, 2023; Santoso et al., 2023), namun belum banyak yang mengintegrasikan aspek perilaku pengguna maupun pendekatan edukasi berbasis teknologi kecerdasan buatan. Selain itu, kombinasi antara prediksi volume sampah dan klasifikasi profil pengguna diharapkan memberikan solusi yang lebih komprehensif dalam pengelolaan sampah di Jakarta Timur, mulai dari perencanaan strategis hingga edukasi masyarakat.

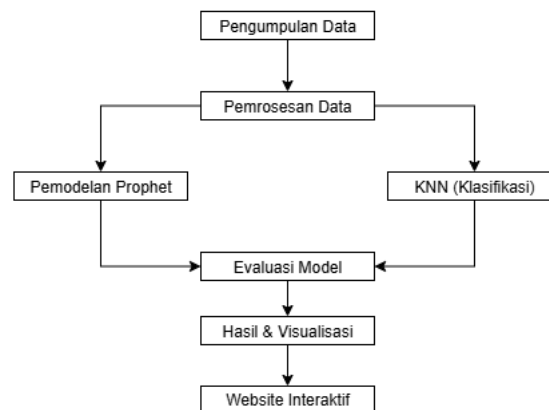
Penelitian ini menggunakan dua metode utama, yaitu *Prophet* untuk prediksi *time-series* volume sampah dan *K-Nearest Neighbors* untuk klasifikasi profil pengguna berdasarkan kebiasaan konsumsi dan perilaku terkait sampah. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pemodelan *time-series* berbasis data historis untuk memproyeksikan volume sampah ke masa depan (Almira et al., 2024; Santoso et al., 2023; Zuhri et al., 2023). Algoritma *Prophet* dipilih karena kemampuannya dalam memodelkan data *time-series* dengan tren non-linier dan efek musiman, serta kemudahan penggunaan pada dataset yang tidak terlalu kompleks (Hayuningtyas Roosaputri & Dewi, 2023; Primawati et al., 2023). Algoritma KNN dipilih karena kemudahannya dalam implementasi dan kemampuannya untuk memberikan hasil yang cukup akurat dalam banyak kasus klasifikasi (Mahatiara, 2023).

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem edukatif interaktif yang dapat memprediksi volume sampah di Jakarta Timur dan mengklasifikasikan profil pengguna berdasarkan *input* perilaku. Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan dua pendekatan Kecerdasan Buatan, yaitu *Prophet* dan KNN, dalam membangun sistem prediksi dan klasifikasi yang dapat membantu pemerintah Jakarta Timur maupun masyarakat umum dalam memahami dampak perilaku individu dan meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya pengelolaan sampah yang bijak. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penggabungan dua metode AI, yaitu *Prophet* dan KNN, dalam satu sistem edukatif yang terintegrasi. Dalam implementasinya, hasil prediksi dan klasifikasi ini akan dituangkan dalam bentuk *website* edukasi interaktif yang menyajikan simulasi berbasis *input user* serta grafik tren prediksi, sehingga menjembatani antara aspek teknis dan edukatif. Sistem ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran bagi berbagai kalangan dalam memahami permasalahan sampah. Hasil penelitian

ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dan pemerintah daerah dalam upaya meningkatkan pengelolaan sampah yang berkelanjutan di Jakarta Timur.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen terapan untuk membangun sistem prediksi dan klasifikasi berbasis machine learning. Proses penelitian dilakukan melalui enam tahapan utama, yaitu: pengumpulan data, pra-pemrosesan data, pemodelan prediksi dan klasifikasi, evaluasi model, visualisasi hasil, serta implementasi ke dalam website edukatif interaktif. Alur metode penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah proses pengumpulan data dari tiga sumber utama. Data timbulan sampah harian dari wilayah Jakarta Timur diperoleh dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yang dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Data mencakup periode tahun 2019 hingga 2024 dan telah dikonversi ke dalam satuan ton per tahun untuk mendukung analisis prediktif. Selanjutnya, informasi jumlah penduduk tahunan Jakarta Timur pada tahun 2022 sekitar 3.083.883 jiwa, data diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Jakarta Timur (BPS, 2023). Data ini digunakan sebagai variabel eksternal dalam pemodelan prediksi, guna menganalisis keterkaitan antara pertumbuhan penduduk dan peningkatan volume sampah. Terakhir, data profil pengguna disusun secara simulatif melalui *form input* manual yang dirancang untuk merepresentasikan perilaku masyarakat dalam pengelolaan sampah. Variabel yang dikumpulkan meliputi frekuensi membuang sampah, jenis sampah dominan, kebiasaan memilah, serta tingkat kesadaran terhadap lingkungan. Data ini digunakan sebagai *input* dalam proses klasifikasi menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN).

2.2 Pra-Pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan dilakukan untuk menyiapkan data agar sesuai dan optimal untuk proses pemodelan. Pada data timbulan sampah dan jumlah penduduk, dilakukan transformasi ke dalam format deret waktu (*time-series*) serta penyesuaian skala tahunan agar kedua data dapat dianalisis secara relasional oleh model prediktif. Algoritma *Prophet* akan memanfaatkan data ini untuk memodelkan tren volume sampah jangka panjang. Sementara itu, pada data profil pengguna, dilakukan proses *encoding* untuk mengubah variabel kategorikal menjadi bentuk numerik agar dapat diproses oleh algoritma klasifikasi. Seluruh data yang dikumpulkan melalui *form* telah terstruktur, sehingga tidak ditemukan nilai kosong (*missing value*) yang perlu ditangani dalam tahap ini.

2.3 Pemodelan Prediksi dan Klasifikasi

Pada tahap ini dilakukan dua jenis pemodelan, yaitu prediksi dan klasifikasi. Algoritma *Prophet* digunakan untuk memprediksi volume sampah tahunan di Jakarta Timur hingga tahun 2026. *Prophet* dipilih karena kemampuannya dalam menangani data deret waktu yang memiliki tren dan musiman, serta kemudahan dalam implementasinya. Untuk klasifikasi, algoritma *K-Nearest Neighbors* digunakan

untuk mengelompokkan pengguna ke dalam tiga kategori profil berdasarkan perilaku pengelolaan sampah: Sahabat Lingkungan, Pengguna Sampah Sehari-hari, dan Pengguna Aktif Sampah. KNN dipilih karena efektif, mudah dipahami, dan mampu menghasilkan klasifikasi yang cukup akurat pada dataset berukuran kecil hingga sedang (Hayuningtyas Roosaputri & Dewi, 2023).

2.4 Evaluasi Model

Evaluasi dilakukan terhadap kedua model untuk mengetahui performa prediksi dan klasifikasi. Model *Prophet* dievaluasi menggunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), guna mengukur sejauh mana hasil prediksi mendekati nilai aktual. Sementara itu, model klasifikasi KNN dievaluasi menggunakan akurasi dan *confusion matrix* untuk menilai ketepatan pengelompokan berdasarkan jumlah prediksi yang benar dan salah dari masing-masing kategori.

2.5 Visualisasi Hasil

Hasil dari proses prediksi dan klasifikasi disajikan dalam bentuk visualisasi grafik dan simulasi interaktif yang ditampilkan melalui platform website edukasi. Visualisasi ini mencakup grafik prediksi tren timbulan sampah tahunan dari tahun 2019 hingga 2026, serta tampilan simulasi klasifikasi pengguna yang dilengkapi dengan rekomendasi pengelolaan sampah berdasarkan kategori profil. Dengan pendekatan ini, pengguna dapat memahami dampak perilaku mereka terhadap lingkungan dan mendorong kesadaran kolektif dalam pengelolaan sampah berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian mengenai prediksi timbulan sampah di Jakarta Timur menggunakan algoritma *Prophet*, serta klasifikasi profil pengguna berbasis perilaku pengelolaan sampah menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN). Hasil akan dianalisis secara logis dan dihubungkan dengan tujuan serta rumusan masalah dalam penelitian.

3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga sumber utama yang saling melengkapi untuk membentuk variabel-variabel dalam proses pemodelan prediksi dan klasifikasi.

Pertama, data timbulan sampah wilayah Jakarta Timur diperoleh dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) milik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Data tersebut mencakup volume timbulan sampah harian dari tahun 2019 hingga 2024 yang kemudian dikonversi ke dalam satuan ton per tahun agar sesuai dengan skala analisis deret waktu. Sebagai ilustrasi, Tabel 1 menunjukkan data timbulan sampah tahunan yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Timbulan Sampah Jakarta Timur 2019-2024

Tahun	Timbulan Sampah Harian (ton)	Timbulan Sampah Tahunan (ton)
2019	2.253,66	822.585,19
2020	2.273,25	829.738,03
2021	2.293,04	836.961,37
2022	2.313,02	844.252,43
2023	2.333,19	851.613,56
2024	2.353,55	859.045,05

Kedua, data jumlah penduduk Jakarta Timur diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Jakarta Timur yang memuat estimasi populasi tahunan dalam periode yang sama. Data ini digunakan sebagai variabel eksternal untuk memperkuat akurasi prediksi dengan mempertimbangkan kontribusi pertumbuhan penduduk terhadap peningkatan volume sampah.

Ketiga, untuk proses klasifikasi, data profil pengguna dibuat secara simulatif berdasarkan formulir *input* yang mencerminkan perilaku umum masyarakat dalam pengelolaan sampah. Variabel yang disimulasikan meliputi frekuensi membuang sampah, jenis sampah yang dominan, tingkat kebiasaan

memilah sampah, dan kesadaran terhadap lingkungan. Data ini kemudian digunakan sebagai basis pelatihan model klasifikasi menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN).

3.2 Pra-Pemrosesan Data

Setelah seluruh data dikumpulkan, dilakukan tahap pra-pemrosesan untuk menyiapkan data agar siap digunakan dalam proses pemodelan prediksi dan klasifikasi.

Untuk data timbulan sampah dan data jumlah penduduk, dilakukan transformasi format ke dalam bentuk deret waktu tahunan agar sesuai dengan struktur *input* pada model *Prophet*. Tidak ditemukan nilai kosong (*missing value*) pada data tersebut, sehingga tidak diperlukan pengisian atau interpolasi. Penyesuaian satuan juga tidak diperlukan karena data sudah berada dalam satuan ton per tahun.

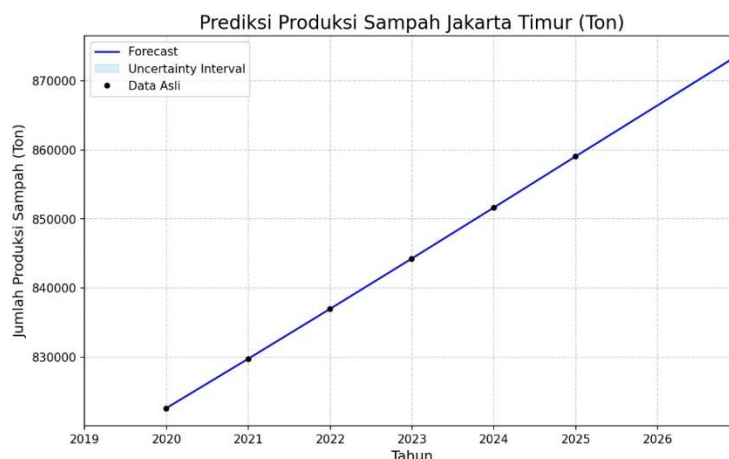
Sementara itu, pada data profil pengguna, dilakukan proses *encoding* untuk mengubah variabel kategorikal menjadi bentuk numerik agar dapat dibaca oleh algoritma KNN. Selain itu, dilakukan normalisasi menggunakan metode *min-max normalization* agar seluruh fitur memiliki skala nilai yang seragam, menghindari dominasi oleh satu atribut terhadap yang lain. Tidak ada nilai kosong yang ditemukan dalam dataset ini karena data simulatif disusun secara terstruktur dan lengkap.

3.3 Hasil Pemodelan Prediksi dan Klasifikasi

Setelah data siap, dilakukan tahap pemodelan untuk dua kebutuhan utama: prediksi tren volume sampah menggunakan *Prophet*, serta klasifikasi profil pengguna menggunakan algoritma KNN. Hasil kedua model akan dianalisis secara terpisah berikut ini.

3.3.1 Prediksi dengan *Prophet*

Model *time-series Prophet* digunakan untuk memproyeksikan jumlah produksi sampah tahunan di wilayah Jakarta Timur. Hasil prediksi menunjukkan bahwa timbulan sampah pada tahun 2026 diperkirakan akan mencapai sekitar 873.800 ton. Prediksi ini didasarkan pada pola data historis tahun 2019 hingga 2024, yang menunjukkan adanya tren kenaikan secara konsisten setiap tahunnya. Peningkatan volume timbulan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah penduduk serta meningkatnya aktivitas domestik dan urban di Jakarta Timur. Kecenderungan ini mengindikasikan bahwa apabila tidak ada intervensi atau perubahan kebijakan dalam pengelolaan sampah, maka beban fasilitas persampahan akan terus meningkat dari tahun ke tahun.



Gambar 2. Hasil Prediksi Volume Sampah Tahunan Jakarta Timur hingga 2026

Garis biru menunjukkan hasil prediksi (*forecast*), titik hitam menampilkan data aktual historis (data asli), dan area biru muda menggambarkan interval ketidakpastian (*uncertainty interval*). Grafik menunjukkan bahwa tren produksi sampah terus meningkat secara linier, memperkuat pentingnya upaya pengendalian dan pengurangan sampah di masa mendatang.

3.3.2 Klasifikasi Profil Pengguna dengan KNN

Model *K-Nearest Neighbors* (KNN) digunakan untuk mengklasifikasikan pengguna berdasarkan kebiasaan pengelolaan sampah sehari-hari yang diinput melalui *form* simulasi pada website. Model ini

menghasilkan tiga kategori utama yang merepresentasikan tingkat kepedulian dan kontribusi pengguna terhadap pengelolaan sampah.

Adapun karakteristik dari masing-masing kategori adalah sebagai berikut:

1. Sahabat Lingkungan
 - a. Menghasilkan volume sampah harian rendah dan didominasi oleh sampah organik atau daur ulang.
 - b. Konsisten dalam memilah sampah dan memiliki kesadaran tinggi terhadap isu lingkungan.
 - c. Pengguna pada kategori ini direkomendasikan untuk mempertahankan kebiasaan baik dan mulai menjadi agen edukasi lingkungan bagi orang sekitar.
2. Pengguna Sampah Sehari-hari
 - a. Memiliki kebiasaan cukup baik dalam mengelola sampah, tetapi belum konsisten, terutama dalam memilah sampah.
 - b. Volume sampah harian tergolong sedang dengan variasi jenis sampah.
 - c. Disarankan untuk meningkatkan kesadaran terhadap jenis sampah yang dihasilkan dan mulai membiasakan pemilahan sampah di rumah.
3. Pengguna Aktif Sampah
 - a. Menghasilkan sampah dalam jumlah tinggi, terutama dari jenis residu seperti sachet, plastik sekali pakai, atau styrofoam.
 - b. Tidak memilah sampah atau belum menerapkan praktik pengurangan sampah secara konsisten.
 - c. Sistem akan memberikan saran edukatif agar pengguna mulai mengurangi penggunaan barang sekali pakai dan memahami dampaknya terhadap lingkungan.

Sebagai bagian dari hasil klasifikasi, sistem juga menghitung proyeksi akumulasi timbulan sampah hingga akhir tahun 2026 berdasarkan kebiasaan harian pengguna. Nilai ini ditampilkan dalam satuan kilogram, memberikan gambaran konkret terhadap kontribusi individu dalam timbulan sampah kota. Selain itu, setiap pengguna menerima rekomendasi personalisasi yang disesuaikan dengan profilnya. Rekomendasi ini ditampilkan langsung di website dan bertujuan untuk mendorong perubahan perilaku menjadi lebih bijak terhadap sampah. Seluruh proses klasifikasi ini tidak hanya berperan dalam pemetaan profil pengguna, tetapi juga berfungsi sebagai media edukasi berbasis AI untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

3.4 Evaluasi Model

Setelah model *Prophet* dan KNN dijalankan, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi performa dari masing-masing model menggunakan metrik yang sesuai. Evaluasi *Prophet* dilakukan dengan validasi silang (*cross-validation*) untuk melihat akurasi prediksi dalam jangka waktu tahunan. Evaluasi KNN dilakukan dengan menghitung akurasi klasifikasi dan menganalisis *confusion matrix* untuk melihat sebaran prediksi terhadap kelas aktual.

3.4.1 Evaluasi Model *Prophet*

Evaluasi performa model *Prophet* dilakukan dengan menggunakan tiga metrik utama, yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Ketiga metrik ini digunakan untuk mengukur seberapa dekat hasil prediksi terhadap data aktual. Proses evaluasi dilakukan melalui validasi silang (*cross-validation*) terhadap dua horizon waktu, yaitu 364 hari dan 365 hari.

Tabel 2. Hasil Evaluasi *Cross Validation* Model *Prophet*

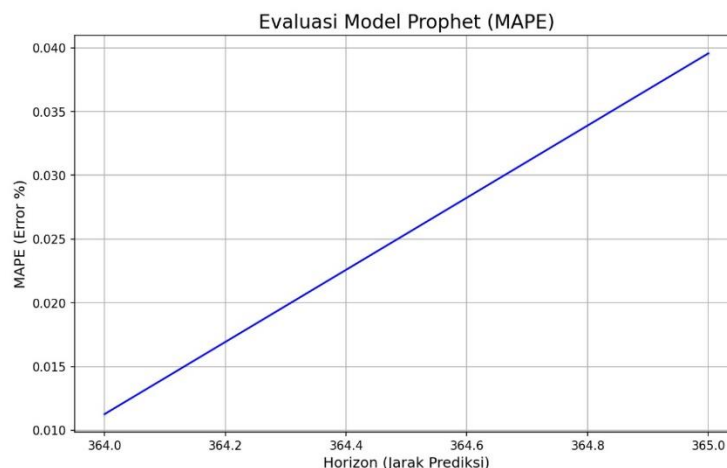
Horizon	MSE	RMSE	MAE	MAPE	MdAPE	SMAPE	Coverage
364 days	9.222786 e+07	9603.53372 8	9603.53372 8	0.01127 7	0.01127 7	0.01134 1	1.0
365 days	1.154768 e+09	33981.8741 95	33981.8741 95	0.03955 8	0.03955 8	0.04035 6	0.0

Dari hasil evaluasi ditampilkan pada Tabel 2, pada horizon 364 hari, model menghasilkan nilai MAE dan RMSE sebesar 9.603, dengan nilai MAPE sangat rendah yaitu 1,13%. Nilai ini mencerminkan bahwa model mampu memprediksi volume sampah tahunan dengan tingkat kesalahan yang sangat kecil

dan akurasi tinggi. Selain itu, cakupan prediksi mencapai 100%, yang berarti seluruh nilai aktual berada dalam rentang interval prediksi (*uncertainty interval*).

Sebaliknya, pada horizon 365 hari, model menunjukkan peningkatan nilai RMSE menjadi sekitar 33.981 dan MAPE naik menjadi sekitar 3,96%, dengan *coverage* turun menjadi 0%. Variasi ini kemungkinan dipengaruhi oleh fluktuasi musiman yang terjadi tepat di akhir tahun, atau adanya outlier yang tidak sesuai pola tren sebelumnya. Meskipun demikian, nilai-nilai error tersebut masih tergolong rendah dalam konteks data *time-series* skala besar.

Untuk memberikan gambaran visual mengenai performa model dalam skenario horizon waktu yang berbeda, grafik berikut menyajikan hubungan antara panjang horizon prediksi (dalam hari) dan tingkat kesalahan MAPE yang dihasilkan oleh model Prophet. Perubahan kecil pada horizon dapat berdampak terhadap peningkatan error.



Gambar 3. Hasil Evaluasi Model *Prophet* (MAPE)

Dari visualisasi tersebut, tampak bahwa nilai MAPE meningkat seiring bertambahnya horizon dari 364 ke 365 hari. Meskipun kenaikan ini terlihat linear dan masih berada dalam batas toleransi error rendah ($< 0,04$), hal ini menunjukkan sensitivitas model terhadap fluktuasi musiman atau pola tidak terduga menjelang akhir tahun. Oleh karena itu, pemilihan horizon yang tepat menjadi krusial untuk menjaga performa prediksi yang konsisten.

3.4.2 Evaluasi Model KNN

Evaluasi performa model klasifikasi *K-Nearest Neighbors* (KNN) dilakukan dengan dua metrik utama, yaitu akurasi dan *confusion matrix*. Berdasarkan hasil pengujian terhadap data simulatif, model KNN menunjukkan akurasi sempurna sebesar 100%, yang berarti seluruh data berhasil diklasifikasikan ke dalam kelas yang tepat tanpa kesalahan.

Model menunjukkan performa terbaik saat parameter jumlah tetangga terdekat (k) diatur ke nilai 1, di mana setiap data hanya mempertimbangkan satu tetangga terdekat dalam pengambilan keputusan klasifikasi.

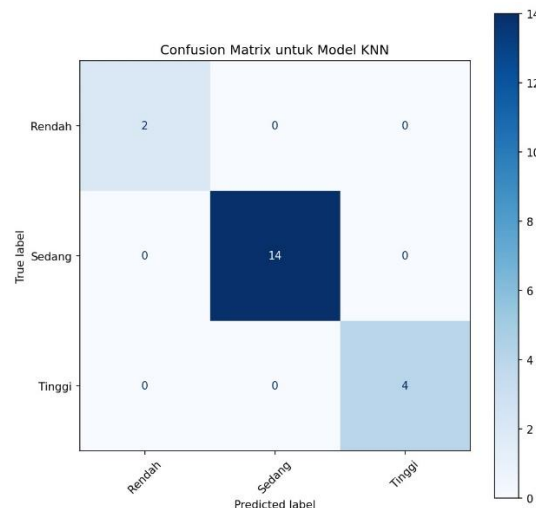
```
Nilai 'k' terbaik ditemukan adalah: 1
Akurasi tertinggi yang dicapai: 100.00%
```

Gambar 4. Akurasi Model KNN pada Nilai $k = 1$

Hasil sempurna ini dicapai karena dataset simulatif disusun secara terstruktur, tanpa noise atau ambiguitas, serta memiliki distribusi kelas yang seimbang. Fitur-fitur dalam dataset merepresentasikan karakteristik nyata namun disederhanakan, sehingga memudahkan model dalam mengenali pola.

Untuk memperkuat evaluasi, *confusion matrix* digunakan sebagai alat visualisasi klasifikasi yang memberikan gambaran rinci jumlah prediksi benar dan salah pada tiap kelas. Hasil *confusion matrix* menunjukkan bahwa semua data berhasil dipetakan ke kelas yang tepat:

- 2 data diklasifikasikan sebagai Rendah,
- 14 data sebagai Sedang,
- data sebagai Tinggi, tanpa kesalahan klasifikasi sedikit pun.



Gambar 5. *Confusion matrix* Model KNN

Struktur matriks yang sempurna (semua nilai berada pada diagonal utama) mengindikasikan bahwa model mampu membedakan antar kelas dengan presisi tinggi. Namun, karena data bersifat simulatif, perlu dilakukan pengujian tambahan dengan data riil agar model dapat divalidasi secara umum dan tidak mengalami overfitting terhadap pola-pola buatan.

3.5 Visualisasi Hasil dan Implementasi Website

Sebagai bentuk penerapan dari hasil pemodelan prediksi dan klasifikasi, penelitian ini mengembangkan sebuah website edukatif interaktif berbasis *Flask* yang menyajikan informasi dalam bentuk visual sekaligus mengajak pengguna untuk terlibat secara aktif. Website ini tidak hanya menampilkan hasil analisis data, tetapi juga dirancang sebagai sarana edukasi digital lingkungan yang mendorong kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sampah yang bijak dan berkelanjutan.

Website “Jaga Jaktim” ini mengusung dua fitur utama, yaitu:

1. Visualisasi Prediksi Timbulan Sampah

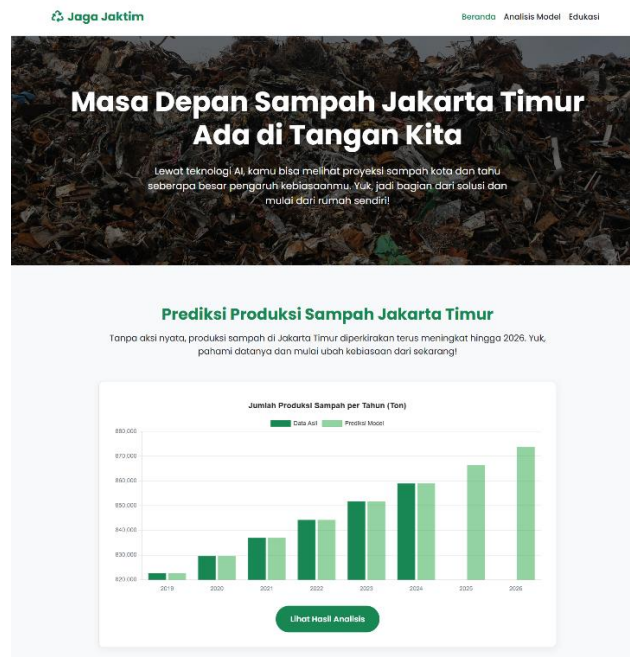
Pada halaman utama (Beranda), pengguna dapat melihat grafik proyeksi produksi sampah wilayah Jakarta Timur dari tahun 2019 hingga 2026. Grafik ini merupakan hasil pemodelan menggunakan algoritma *Prophet*. Visual ini ditampilkan secara sederhana dan informatif, serta dilengkapi dengan narasi edukatif seperti fakta-fakta perbandingan berat sampah harian (misalnya setara dengan 9 ekor paus biru atau 470 bus TransJakarta), sehingga membantu pengguna memahami skala permasalahan secara lebih nyata.

2. Simulasi Profil Sampah dan Klasifikasi Pengguna

Melalui halaman Edukasi & Simulasi, pengguna dapat melakukan simulasi profil timbulan sampah pribadi dengan mengisi form interaktif. Input berupa kebiasaan memilah sampah serta estimasi harian untuk kategori organik, daur ulang, dan residu akan diproses menggunakan model klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN). Hasil klasifikasi akan menampilkan:

- Kategori profil pengguna: Sahabat Lingkungan, Pengguna Sampah Sehari-hari, dan Pengguna Aktif Sampah
- Rekomendasi perilaku berdasarkan kebiasaan tersebut
- Estimasi akumulasi sampah hingga akhir tahun

Setelah simulasi, pengguna juga diberikan infografis tambahan yang berisi tips dan panduan mengelola sampah dengan lebih bertanggung jawab, seperti memilah dan mengurangi sampah, serta informasi jenis-jenis sampah daur ulang.



Gambar 6. Tampilan Antarmuka Website Interaktif

Secara keseluruhan, pengembangan website ini difokuskan sebagai platform edukasi berbasis data, yang mengintegrasikan teknologi prediksi dan klasifikasi dalam bentuk visual dan simulatif. Pendekatan ini memungkinkan masyarakat umum untuk tidak hanya mengakses hasil model secara pasif, tetapi juga berinteraksi langsung dan merefleksikan kontribusinya dalam permasalahan timbulan sampah. Dengan gaya penyajian yang ringan namun bermuatan data ilmiah, website ini dapat menjadi langkah nyata dalam meningkatkan literasi lingkungan di kawasan urban seperti Jakarta Timur.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem prediksi dan klasifikasi berbasis kecerdasan buatan menggunakan algoritma *Prophet* dan *K-Nearest Neighbors* (KNN) yang diimplementasikan dalam bentuk website edukatif interaktif. Berdasarkan hasil prediksi menggunakan *Prophet*, timbulan sampah di Jakarta Timur diperkirakan akan mencapai sekitar 873.800 ton pada tahun 2026, menunjukkan tren peningkatan yang konsisten setiap tahun. Model *Prophet* menunjukkan performa akurat dengan nilai MAPE yang sangat rendah sebesar 1,13% untuk horizon 364 hari.

Sementara itu, model klasifikasi KNN mampu mengelompokkan pengguna ke dalam tiga kategori profil berdasarkan perilaku pengelolaan sampah harian dengan akurasi sempurna 100% pada nilai $k = 1$. Model ini bekerja optimal karena didukung oleh data simulatif yang terstruktur dan seimbang, serta fitur-fitur yang relevan dengan kondisi perilaku pengguna sehari-hari. Website hasil implementasi tidak hanya menyajikan grafik tren prediksi dan hasil klasifikasi profil pengguna, tetapi juga memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi dan edukatif.

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa gabungan antara model prediktif (*Prophet*) dan model klasifikasi (KNN) dapat memberikan solusi komprehensif untuk membantu pemerintah maupun masyarakat dalam memahami dan mengelola permasalahan sampah secara proaktif dan edukatif. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan pengujian model menggunakan data real pengguna yang diperoleh langsung dari lapangan untuk menghindari potensi *overfitting* akibat penggunaan data simulatif. Selain itu, integrasi data spasial atau lokasi dan fitur tambahan seperti jenis kegiatan rumah tangga juga dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi dan relevansi rekomendasi yang diberikan sistem.

5. REFERENSI

- Khamid, M. S., Maimunah, M., & Sukmasetya, P. (2024). Prediksi Jumlah Sampah Kelurahan Menggunakan Neural Network Backpropagation. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 5(2), 713. <https://doi.org/10.47065/josh.v5i2.4825>
- Tjendra, V., & Ismelina, M. (2024). Analisis Permasalahan Pengelolaan Sampah di DKI Jakarta berdasarkan Perda No. 4 Tahun 2019. *Jurnal Ilmu Hukum, Humaniora dan Politik (JIHHP)*, 5(1), 616–630. <https://dinastirev.org/JIHHP/article/view/3197>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2024). Data timbulan sampah nasional. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). <https://sipsn.kemenvh.go.id/sipsn/public/data/timbulan>
- Geo-Image Journal. (2022). Timbulan sampah harian dan kebutuhan TPSS di Kecamatan Ciracas, Kota Administrasi Jakarta Timur. *Geo-Image Journal*, 11(1). <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/geoimage/article/view/56411>
- Gunawansyah, & Fauzi, I. (2024). Pengaruh Smoothing Data Terhadap Hasil Prediksi Volume dan Ritasi Sampah di Kota Bandung Menggunakan Metode Regresi Linear. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 9(3), 101. <https://doi.org/10.32493/informatika.v9i3.43271>
- Almira, V., Maimunah, M., & Sukmasetya, P. (2024). Prediksi Jumlah Sampah di TPSA Menggunakan Pendekatan Machine Learning. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 8(1), 508. <https://doi.org/10.30865/mib.v8i1.7278>
- Hayuningtyas Roosaputri, D. R., & Dewi, C. (2023). Perbandingan Algoritma ARIMA, Prophet, dan LSTM dalam Prediksi Penjualan Tiket Wisata Taman Hiburan (Studi Kasus: Saloka Theme Park). Santoso, W., Maimunah, M., & Sukmasetya, P. (2023). Prediksi Volume Sampah di TPSA Banyuurip Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 7(1), 464. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i1.5499>
- Zuhri, S., Chandra, R., Setiawan, M. I., Maulana, A., & Srahyana, V. (2023). Peramalan volume sampah menggunakan pendekatan ARIMA time series (Studi kasus Banda Aceh). *Journal of Industrial Science and Technology*, 8(2). <https://jurnal.usk.ac.id/i-Sat/article/view/28046>
- Mahatiara, R. E. (2023). Analisis kinerja algoritma data mining K-Nearest Neighbor (KNN) dan Naïve Bayes untuk klasifikasi keluhan masyarakat terhadap sampah (Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo).
- Primawati, A., Sitanggang, I. S., Annisa, & Astuti, D. A. (2023). Perbandingan Kinerja LSTM dan Prophet untuk Prediksi Deret Waktu (Studi Kasus Produksi Susu Sapi Harian). *JEPIN: Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, 9(3), 428–435. <https://doi.org/10.26418/jp.v9i3.62276>
- Badan Pusat Statistik Kota Jakarta Timur. (2023). Jumlah penduduk menurut kecamatan di Kota Jakarta Timur. <https://jaktimkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzMyIzI=/jumlah-penduduk-menurut-kecamatan-di-kota-jakarta-timur.html>