

Comparative Analysis Of Fuzzy Time Series And Double Exponential Smoothing Methods In Predicting Medicine Demand At Community Health Centers

Aldo Zantohodi¹⁾; Lena Elfianty²⁾; Rizka Tri Alinse³⁾

^{1,2,3)} Informatics Study Program Faculty Of Computer Science Dehasen University Bengkulu

Email: ¹⁾ aldozantohodi11@gmail.com

How to Cite :

Zantohodi, A., Elfianty, L., Alinse, R, T. (2026). Comparative Analysis Of Fuzzy Time Series And Double Exponential Smoothing Methods In Predicting Medicine Demand At Community Health Centers. Jurnal Media Computer Science, 5(3).

ARTICLE HISTORY

Received [05 Juni 2026]

Revised [15 Juli 2026]

Accepted [22 Juli 2026]

KEYWORDS

Double Exponential Smoothing;
Fuzzy Time Series; Prediksi Obat.

This is an open access article under
the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Manajemen persediaan obat di puskesmas memerlukan peramalan yang akurat untuk mengendalikan risiko stock-out, overstock, dan pemborosan biaya logistik. Penelitian ini bertujuan membandingkan akurasi Fuzzy Time Series (FTS) pendekatan Cheng dan Double Exponential Smoothing (DES) metode Holt dalam prediksi permintaan obat di Puskesmas Pajar Bulan. Data bersumber dari LPLPO, terdiri atas data training Januari-Desember 2025 dan data testing Januari-April 2026. Setelah pembersihan data, normalisasi nama obat, pencocokan training-testing, dan seleksi minimal enam bulan data non-nol, diperoleh 84 item obat valid. Evaluasi menggunakan Mean Absolute Error (MAE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil menunjukkan DES memiliki MAE lebih rendah (133,88) dibandingkan FTS (148,43), tetapi FTS menghasilkan MAPE lebih baik (73,50%) dibandingkan DES (103,35%). Pada 58 obat dengan MAPE valid, FTS unggul pada 38 obat (65,5%), sedangkan DES unggul pada 20 obat (34,5%). Dengan demikian, FTS lebih robust untuk obat aktif yang fluktuatif, sementara DES lebih sesuai untuk item dengan pola tren stabil.

ABSTRACT

Drug inventory management in primary health centers requires accurate forecasting to reduce stock-outs, overstock, and logistics inefficiency. This study compares Cheng Fuzzy Time Series (FTS) and Holt Double Exponential Smoothing (DES) for forecasting drug demand at Pajar Bulan Public Health Center. Using LPLPO data, 84 valid drug items were analyzed with January-December 2025 as training data and January-April 2026 as testing data. DES produced a lower MAE, but FTS achieved a better MAPE and was superior on 65.5% of items with valid MAPE. The results indicate that FTS is more robust for fluctuating active drug demand, while DES is suitable for more stable trend patterns.

PENDAHULUAN

Manajemen persediaan obat merupakan komponen kritis dalam keberlangsungan layanan kesehatan primer. Di tingkat puskesmas, ketepatan perencanaan kebutuhan obat tidak hanya berkaitan dengan efisiensi anggaran, tetapi juga langsung memengaruhi kesinambungan terapi pasien. Kekurangan stok dapat menghambat pelayanan, sedangkan kelebihan stok menimbulkan risiko pemborosan, penumpukan barang, dan kedaluwarsa. Pada fasilitas kesehatan primer yang melayani kebutuhan masyarakat secara rutin, permintaan obat sering berubah mengikuti pola kunjungan pasien, faktor musiman, kejadian penyakit tertentu, dan dinamika distribusi logistik. Kondisi tersebut menuntut pendekatan peramalan yang tidak semata mengandalkan rata-rata pemakaian periode sebelumnya.

Puskesmas Pajar Bulan di Kecamatan Semidang Alas, Kabupaten Seluma, menghadapi kebutuhan perencanaan obat yang bersifat fluktuatif. Berdasarkan pengamatan awal pada proses pengelolaan Laporan Pemakaian dan Lembar Permintaan Obat (LPLPO), perencanaan kebutuhan masih cenderung dilakukan secara sederhana dengan merujuk pemakaian periode terdahulu. Pola tersebut berpotensi menghasilkan ketidaksesuaian antara stok yang tersedia dan kebutuhan aktual di lapangan. Beberapa obat dapat mengalami kekurangan pada periode tertentu, sementara obat lain justru menumpuk. Masalah ini menunjukkan adanya kebutuhan terhadap model prediksi yang mampu membaca pola deret waktu secara lebih sistematis.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode time series telah banyak digunakan untuk mendukung pengadaan obat dan pengendalian persediaan. Wiedyaningsih et al. (2024) menegaskan

bahwa metode Exponential Smoothing dapat menghasilkan akurasi tinggi pada peramalan kebutuhan obat di fasilitas kesehatan. Sabarina et al. (2021) juga menunjukkan bahwa Double Exponential Smoothing metode Holt dapat membantu perencanaan pengadaan obat agar risiko stok kosong menurun. Namun, kajian tersebut belum membandingkan DES dengan pendekatan berbasis logika fuzzy pada konteks puskesmas. Vimala dan Nugroho (2022) membandingkan beberapa varian Exponential Smoothing, tetapi fokusnya masih berada pada rumpun metode yang sama. Parwita et al. (2025) memang membandingkan Fuzzy Time Series dan Double Exponential Smoothing, tetapi objeknya berada pada sektor pertanian sehingga karakter data dan implikasi manajerialnya berbeda dari sektor kesehatan.

Kesenjangan tersebut menjadi dasar penting penelitian ini. Belum banyak studi yang secara langsung membandingkan Fuzzy Time Series (FTS) dan Double Exponential Smoothing (DES) pada data permintaan obat puskesmas dengan data LPLPO sebagai sumber utama. Kebaruan penelitian terletak pada perbandingan kedua metode pada 84 item obat valid, penggunaan data training dan testing terpisah, serta penilaian akurasi menggunakan MAE dan MAPE secara bersamaan agar interpretasi tidak bias oleh skala pemakaian atau nilai aktual nol. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menentukan metode dengan nilai error terkecil, tetapi juga menilai stabilitas metode pada data permintaan obat yang aktif dan fluktuatif.

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan tingkat akurasi metode Fuzzy Time Series pendekatan Cheng dan Double Exponential Smoothing metode Holt dalam memprediksi permintaan obat di Puskesmas Pajar Bulan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi metode peramalan yang lebih tepat untuk mendukung pengelolaan persediaan obat, sekaligus memperkaya kajian penerapan algoritma time series dalam bidang informatika kesehatan.

LANDASAN TEORI

Peramalan Permintaan Obat

Peramalan merupakan proses memperkirakan nilai masa depan berdasarkan pola historis. Dalam manajemen persediaan obat, peramalan berperan sebagai jembatan antara data pemakaian masa lalu dan keputusan pengadaan periode berikutnya. Peramalan yang lebih akurat membantu puskesmas menjaga keseimbangan antara ketersediaan obat dan efisiensi penggunaan anggaran. Anggraeni (2024) menempatkan metode exponential smoothing sebagai salah satu pendekatan yang relevan untuk sistem informasi persediaan obat karena mampu mengolah pola historis secara sederhana namun adaptif.

Data permintaan obat dalam penelitian ini berbentuk deret waktu bulanan. Data deret waktu memiliki karakteristik ketergantungan antarperiode sehingga nilai pada bulan tertentu dapat dipengaruhi oleh pola bulan sebelumnya. Octiva et al. (2024) menjelaskan bahwa data time series dapat mengandung tren, musiman, siklus, dan komponen acak. Pada konteks puskesmas, komponen acak dan fluktuasi kebutuhan obat sering muncul akibat perubahan kunjungan pasien, variasi diagnosis, dan dinamika konsumsi obat yang tidak selalu linier.

Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series mengombinasikan konsep logika fuzzy dengan analisis deret waktu. Metode ini memetakan nilai numerik ke dalam himpunan fuzzy sehingga pola perubahan dapat direpresentasikan sebagai relasi linguistik antarperiode. Bakri et al. (2021) menyatakan bahwa logika fuzzy memungkinkan derajat keanggotaan antara 0 dan 1, sehingga sesuai untuk menangani ketidakpastian dan fluktuasi. Pada FTS pendekatan Cheng, tahapan utama meliputi penentuan universe of discourse, pembentukan interval, fuzzifikasi, pembentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR), Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG), dan defuzzifikasi.

Kekuatan FTS terletak pada kemampuannya mengakomodasi pola yang tidak sepenuhnya linier. Dalam data permintaan obat, nilai ekstrem, periode kosong, dan perubahan mendadak dapat muncul. Pendekatan fuzzy membantu mengelompokkan rentang permintaan ke dalam state tertentu sehingga perubahan tidak langsung ditafsirkan sebagai tren linier yang berkelanjutan. Karakter ini penting ketika data training relatif pendek dan item obat memiliki variasi pemakaian yang berbeda-beda.

Double Exponential Smoothing

Double Exponential Smoothing merupakan pengembangan dari single exponential smoothing yang dirancang untuk data dengan komponen tren. Metode Holt menggunakan dua parameter pemulusan, yaitu α untuk level dan β untuk tren. Sabarina et al. (2021) menunjukkan bahwa DES dapat membantu prediksi penjualan obat karena mampu memperhitungkan kecenderungan naik atau

turun pada data historis. Vimala dan Nugroho (2022) juga menegaskan bahwa metode exponential smoothing relevan untuk penjualan obat, terutama ketika pola data menunjukkan perubahan antarperiode.

Keterbatasan DES muncul ketika pola tren pada data historis tidak berlanjut pada periode testing. Jika data training memiliki lonjakan sesaat, model dapat membawa kecenderungan tersebut ke periode berikutnya sehingga prediksi menjadi terlalu tinggi. Sebaliknya, jika periode testing memiliki nilai aktual nol, MAE dapat terlihat rendah meskipun model tidak cukup informatif untuk item aktif. Oleh karena itu, evaluasi DES perlu dilakukan dengan membandingkan MAE dan MAPE agar hasil tidak hanya dinilai berdasarkan satu ukuran kesalahan.

Evaluasi Akurasi Prediksi

Akurasi peramalan pada penelitian ini diukur menggunakan Mean Absolute Error (MAE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAE menunjukkan rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan prediksi dalam satuan pemakaian obat. Metrik ini mudah dipahami oleh pengelola logistik karena menggambarkan besarnya deviasi secara langsung. Namun, MAE sensitif terhadap skala pemakaian, sehingga obat dengan volume besar dapat mendominasi interpretasi agregat.

MAPE menyajikan kesalahan dalam bentuk persentase terhadap nilai aktual sehingga lebih mudah digunakan untuk membandingkan obat dengan skala pemakaian berbeda. Semakin kecil nilai error, semakin baik kinerja model prediksi. Dalam penelitian ini, MAPE tidak dihitung pada item yang memiliki aktual testing nol karena pembagian terhadap nol tidak valid. Oleh sebab itu, analisis hasil membedakan antara evaluasi seluruh 84 obat dan evaluasi adil pada 58 obat yang memiliki MAPE valid.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terdahulu Yang Menjadi Dasar Gap Penelitian

Peneliti	Fokus/Metode	Kontribusi dan Keterbatasan
Wiedyaningsih et al. (2024)	Tinjauan sistematis metode time series untuk kebutuhan obat	Menunjukkan potensi akurasi tinggi Exponential Smoothing, tetapi tidak menguji data primer puskesmas tertentu.
Sabarina et al. (2021)	DES Holt untuk prediksi penjualan obat	DES efektif membantu pengadaan obat, tetapi tidak dibandingkan dengan FTS.
Vimala & Nugroho (2022)	Single, Double, dan Triple Exponential Smoothing	Membandingkan varian exponential smoothing, tetapi belum melibatkan pendekatan fuzzy.
Parwita et al. (2025)	FTS dan DES pada data sektor pertanian	Membuktikan komparasi FTS-DES relevan, tetapi konteks dan karakter data berbeda dari fasilitas kesehatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimental komparatif. Desain tersebut dipilih karena tujuan utama penelitian adalah membandingkan performa dua algoritma peramalan berdasarkan ukuran error numerik. Objek penelitian adalah data historis permintaan obat di Puskesmas Pajar Bulan, Kecamatan Semidang Alas, Kabupaten Seluma. Data diperoleh dari dokumen LPLPO sebagai sumber pencatatan pemakaian dan permintaan obat. Data training mencakup periode Januari-Desember 2025, sedangkan data testing mencakup Januari-April 2026.

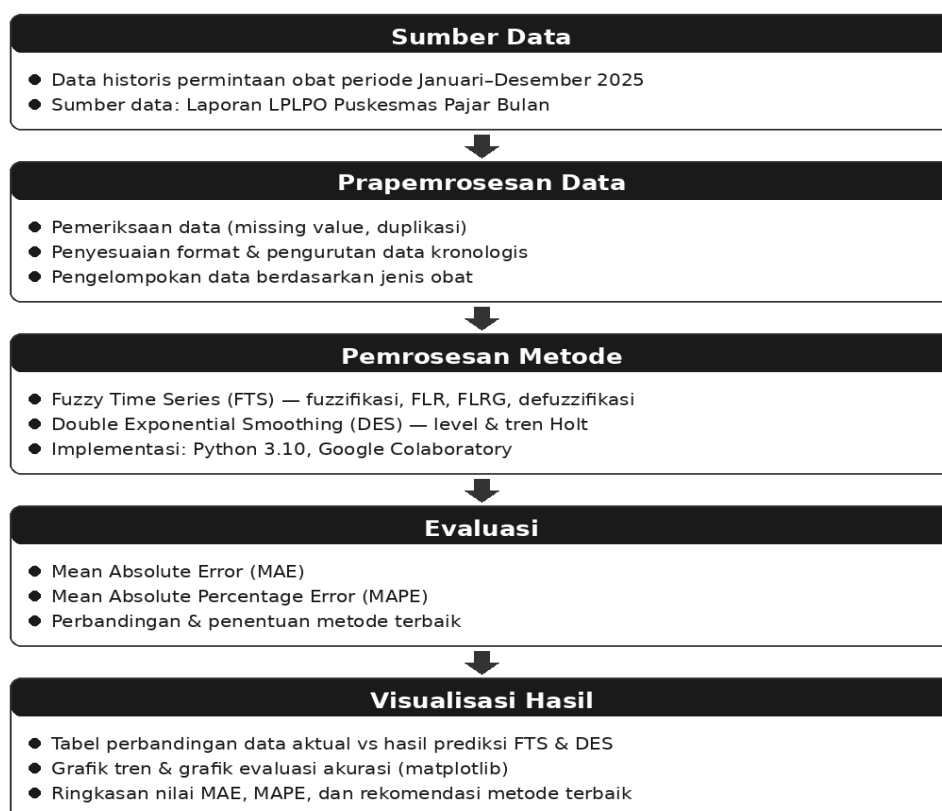
Pengumpulan data dilakukan melalui dokumentasi, wawancara terbatas dengan petugas pengelola obat, dan studi literatur. Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data LPLPO bulanan dalam format Microsoft Excel. Wawancara digunakan untuk memahami kendala logistik, fluktuasi kebutuhan, dan praktik perencanaan obat yang berjalan. Studi literatur dilakukan untuk memperkuat dasar teoritis pemilihan FTS, DES, dan metrik evaluasi. Implementasi komputasi dilakukan dengan Python 3.10 pada Google Colaboratory, menggunakan library pandas untuk manipulasi data tabular, numpy untuk komputasi numerik, dan matplotlib untuk visualisasi hasil. Pemilihan Python dan Google Colab didasarkan pada dukungan ekosistem analisis data serta kemudahan eksekusi berbasis cloud sebagaimana dijelaskan Fanani dan Wahyu Utama (2022) serta Nugraha et al. (2023).

Tahapan analisis dimulai dari input data LPLPO, pembersihan dan normalisasi, pembentukan dataset time series, seleksi obat valid, implementasi FTS dan DES, evaluasi akurasi, dan visualisasi hasil. Pembersihan data mencakup seleksi kolom nama obat dan pemakaian, penghapusan spasi berlebih, standarisasi huruf kapital, sinkronisasi nama obat menggunakan pola reguler, pengisian missing

value dengan nol, penanganan duplikat per bulan, transformasi ke format pivot time series, serta seleksi kualitas minimal enam bulan data non-nol pada data training. Dari 224 obat unik pada data training dan 367 obat unik pada data testing, terdapat 211 nama obat yang berhasil dicocokkan. Setelah filter kualitas diterapkan, diperoleh 84 obat valid untuk proses peramalan.

Model FTS diterapkan melalui tahapan universe of discourse, pembentukan interval, fuzzifikasi, pembentukan FLR dan FLRG, serta defuzzifikasi untuk menghasilkan prediksi empat periode ke depan. Model DES diterapkan menggunakan pendekatan Holt yang menghitung komponen level dan tren, kemudian memproyeksikan nilai permintaan untuk periode testing. Kedua metode diuji pada horizon prediksi yang sama, yaitu empat bulan, sehingga hasilnya dapat dibandingkan secara konsisten. Evaluasi menggunakan MAE dan MAPE. Pada item dengan aktual testing nol, MAPE diberi status tidak terhitung (N/A) karena secara matematis tidak valid.

Gambar 1. Arsitektur sistem peramalan permintaan obat



Tabel 2. Rancangan Dataset Dan Perangkat Komputasi

Aspek	Keterangan
Sumber data	LPLPO Puskesmas Pajar Bulan
Data training	Januari-Desember 2025 (12 periode)
Data testing	Januari-April 2026 (4 periode)
Obat unik training/testing	224 obat / 367 obat
Nama obat cocok	211 obat
Obat valid setelah filter kualitas	84 obat
Metode yang dibandingkan	Fuzzy Time Series Cheng dan Double Exponential Smoothing Holt
Metrik evaluasi	MAE dan MAPE
Perangkat lunak	Python 3.10, Google Colaboratory, pandas, numpy, matplotlib, Microsoft Excel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Implementasi sistem berhasil memproses seluruh 84 item obat valid tanpa error. Dataset training dibentuk dari 12 periode bulanan, sedangkan dataset testing terdiri atas 4 periode. Hasil evaluasi menunjukkan adanya perbedaan interpretasi antara MAE dan MAPE. Secara agregat, DES menghasilkan rata-rata MAE lebih rendah, yaitu 133,88, dibandingkan FTS sebesar 148,43. Jika hanya menggunakan indikator MAE dan penentuan metode terbaik per item secara langsung, DES tampak unggul pada 46 obat (54,8%), sedangkan FTS unggul pada 38 obat (45,2%).

Namun, evaluasi berdasarkan MAPE menghasilkan gambaran yang berbeda. Rata-rata MAPE FTS adalah 73,50%, sedangkan rata-rata MAPE DES mencapai 103,35%. Selain itu, distribusi kategori akurasi menunjukkan FTS lebih stabil. Pada 58 obat yang memiliki nilai aktual testing lebih dari nol sehingga MAPE dapat dihitung, FTS menempatkan 20 obat pada kategori Sangat Akurat hingga Baik/Cukup. DES hanya menempatkan 15 obat pada kategori yang sama. Sebaliknya, DES menghasilkan 23 obat pada kategori Tidak Akurat, jauh lebih banyak dibandingkan FTS yang hanya 3 obat. Sebanyak 26 obat tidak memiliki MAPE valid karena nilai aktual testing sama dengan nol.

Tabel 3. Rekapitulasi Perbandingan Metode Fts Dan Des

Keterangan	FTS	DES
Total obat dianalisis	84	84
Rata-rata MAE	148,43	133,88
Rata-rata MAPE	73,50%	103,35%
Jumlah obat terbaik secara agregat	38 obat	46 obat
Persentase unggul agregat	45,2%	54,8%
Sangat Akurat (<10%)	2 obat (3,4%)	2 obat (3,4%)
Sangat Baik (10-20%)	1 obat (1,7%)	0 obat (0,0%)
Baik/Cukup (20-50%)	17 obat (29,3%)	13 obat (22,4%)
Kurang Akurat (50-100%)	35 obat (60,3%)	20 obat (34,5%)
Tidak Akurat (>100%)	3 obat (5,2%)	23 obat (39,7%)
MAPE tidak terhitung	26 obat	26 obat

Tabel 4. Evaluasi Pada Kondisi Adil Berdasarkan Mape Valid

Kelompok obat	Jumlah	FTS unggul	DES unggul	Makna evaluasi
Obat ber-MAPE valid	58	38 (65,5%)	20 (34,5%)	Perbandingan lebih adil karena seluruh item memiliki aktual testing lebih dari nol.
Obat aktual testing = 0	26	0 (0%)	26 (100%)	DES tampak unggul pada MAE karena prediksi mendekati nol, tetapi MAPE tidak dapat dihitung.
Seluruh obat dianalisis	84	38 (45,2%)	46 (54,8%)	Agregat MAE dapat bias oleh item dengan aktual nol sehingga perlu dibaca bersama MAPE.

Tabel 5. Contoh Hasil Evaluasi Obat Representatif

No	Nama obat	FTS MAPE	DES MAPE	Metode terbaik	Interpretasi ringkas
1	Masker Earloop Telinga	2,00%	100,00%	FTS	FTS sangat akurat pada pola aktif yang tidak mengikuti tren DES.
2	Asam Mefenamat 500mg	7,82%	6,83%	DES	Kedua metode sangat akurat; DES sedikit lebih baik.
3	Ibuprofen Suspensi	19,60%	100,00%	FTS	FTS mampu menangkap perubahan tanpa proyeksi tren berlebihan.
4	Amlodipin 5 mg	48,75%	6,63%	DES	DES sangat baik saat pola

					level dan tren relatif konsisten.
5	Vitamin B Complex	38,08%	27,47%	DES	DES lebih sesuai untuk item dengan arah perubahan yang lebih teratur.
6	Alat Suntik 5 ml	742,81%	1.543,71%	FTS	Keduanya tidak akurat, tetapi DES jauh lebih sensitif terhadap lonjakan ekstrem.
7	Molexflu Kaplet	108,00%	262,71%	FTS	FTS lebih tahan terhadap proyeksi tren ekstrem dibandingkan DES.
8	Natrium Clorida Infus	26,50%	100,00%	FTS	FTS lebih stabil pada item aktif dengan variasi tajam.

Pembahasan

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemilihan metode terbaik tidak dapat didasarkan hanya pada satu ukuran error. DES memiliki MAE rata-rata lebih rendah, tetapi MAPE rata-ratanya lebih tinggi. Perbedaan ini menunjukkan bahwa MAE cenderung menguntungkan metode yang menghasilkan kesalahan absolut kecil pada obat dengan skala rendah atau aktual testing nol. Pada 26 obat yang memiliki aktual testing nol, DES sering menghasilkan nilai prediksi mendekati nol sehingga MAE tampak sangat baik. Akan tetapi, kondisi tersebut tidak memberikan informasi persentase kesalahan karena MAPE tidak dapat dihitung. Oleh karena itu, dominasi DES pada 46 obat secara agregat perlu ditafsirkan secara hati-hati.

Jika evaluasi dibatasi pada 58 obat yang memiliki MAPE valid, FTS justru menunjukkan performa lebih kuat. FTS unggul pada 65,5% obat dalam kondisi evaluasi adil, sedangkan DES unggul pada 34,5%. Temuan ini mengindikasikan bahwa FTS lebih robust untuk obat yang benar-benar aktif digunakan pada periode testing. Kelebihan FTS muncul karena metode ini tidak memaksakan pola tren linier, melainkan memetakan perubahan permintaan ke dalam interval fuzzy dan relasi antarstate. Ketika permintaan obat bergerak naik-turun secara tidak stabil, pendekatan fuzzy lebih mampu menahan dampak lonjakan sesaat dibandingkan proyeksi tren linier pada DES.

Sebaliknya, DES tetap relevan pada obat dengan pola level dan tren yang relatif konsisten, seperti Amlodipin 5 mg, Asam Mefenamat 500 mg, dan Vitamin B Complex. Pada kelompok ini, komponen level dan tren yang dihitung DES memberikan prediksi yang mendekati nilai aktual. Temuan tersebut sejalan dengan Sabarina et al. (2021) dan Vimala dan Nugroho (2022) yang menyatakan bahwa DES efektif untuk data yang memiliki kecenderungan tren. Namun, pada obat yang mengalami perubahan ekstrem atau permintaan yang tidak stabil, DES dapat menghasilkan prediksi yang menyimpang karena tren masa lalu diproyeksikan terlalu kuat ke periode berikutnya.

Rata-rata MAPE DES yang mencapai 103,35% terutama dipengaruhi oleh banyaknya item pada kategori Tidak Akurat. Sebanyak 23 obat pada DES masuk kategori MAPE di atas 100%, sedangkan FTS hanya 3 obat. Kondisi ini menunjukkan risiko operasional jika DES digunakan sebagai metode tunggal tanpa pemeriksaan pola data. Pada manajemen persediaan obat, prediksi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan overstock dan kedaluwarsa, sedangkan prediksi terlalu rendah dapat memicu stock-out. Oleh karena itu, penggunaan metode peramalan perlu mempertimbangkan karakteristik obat, tidak hanya peringkat agregat metode.

Temuan penelitian ini juga memperkuat pentingnya pipeline pembersihan data. Data LPLPO memiliki variasi penulisan nama obat, duplikasi, nilai kosong, dan perbedaan jumlah item antara data training dan testing. Tanpa normalisasi, model dapat membaca item yang sama sebagai entitas berbeda sehingga evaluasi menjadi tidak valid. Tahapan cleaning dan sinkronisasi nama obat menjadi kontribusi praktis yang penting karena mempersiapkan data administratif agar dapat digunakan sebagai data analitik. Dalam konteks informatika kesehatan, kualitas data menjadi prasyarat sebelum algoritma prediksi diterapkan.

Secara akademik, kebaruan logis dari penelitian ini terletak pada penegasan bahwa perbandingan FTS dan DES pada data obat puskesmas harus memperhatikan dua lapis evaluasi: agregat seluruh obat dan evaluasi adil pada obat ber-MAPE valid. Secara praktis, FTS dapat diprioritaskan untuk obat aktif yang fluktuatif, sedangkan DES dapat digunakan secara selektif untuk obat yang memiliki pola tren lebih jelas. Kombinasi interpretasi ini lebih operasional dibandingkan memilih satu metode secara mutlak untuk seluruh item.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perbandingan metode Fuzzy Time Series dan Double Exponential Smoothing pada data permintaan obat Puskesmas Pajar Bulan, dapat disimpulkan bahwa kedua metode memiliki karakter performa yang berbeda. DES menghasilkan rata-rata MAE lebih rendah dan tampak lebih unggul secara agregat pada seluruh 84 obat, tetapi hasil tersebut dipengaruhi oleh 26 item dengan aktual testing nol. Ketika evaluasi difokuskan pada 58 obat yang memiliki MAPE valid, FTS menunjukkan performa lebih stabil dengan keunggulan pada 38 obat atau 65,5%. FTS juga menghasilkan rata-rata MAPE lebih rendah serta jumlah obat kategori Tidak Akurat yang jauh lebih sedikit dibandingkan DES. Dengan demikian, FTS lebih direkomendasikan sebagai metode utama untuk memprediksi permintaan obat aktif yang fluktuatif di puskesmas, sedangkan DES dapat digunakan secara selektif pada obat dengan pola tren yang lebih konsisten.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada cakupan data yang hanya menggunakan 12 bulan training dan 4 bulan testing dari satu puskesmas, sehingga pola musiman tahunan belum dapat diuji secara panjang. Selain itu, model belum memasukkan variabel eksternal seperti jumlah kunjungan pasien, jenis penyakit dominan, kejadian luar biasa, atau kebijakan distribusi obat. Keterbatasan tersebut perlu diperhatikan ketika hasil digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan operasional.

Saran

Puskesmas dapat mulai memanfaatkan hasil prediksi berbasis FTS sebagai alat bantu perencanaan kebutuhan obat, khususnya untuk item aktif yang memiliki pola pemakaian tidak stabil. DES tetap dapat digunakan sebagai pembanding untuk obat yang menunjukkan tren lebih teratur. Dalam praktiknya, sistem perencanaan obat sebaiknya menampilkan hasil kedua metode, nilai MAE, nilai MAPE, dan status validitas MAPE agar petugas farmasi dapat membuat keputusan berbasis data. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan data historis yang lebih panjang, melibatkan beberapa puskesmas, serta menambahkan variabel eksternal pelayanan kesehatan. Pengembangan berikutnya juga dapat diarahkan pada sistem informasi berbasis web yang terintegrasi dengan LPLPO sehingga proses cleaning, prediksi, evaluasi, dan visualisasi dapat dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, W. (2024). Sistem informasi persediaan obat menggunakan metode exponential smoothing. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 11(2), 289-298. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2024112289>
- Bakri, M., Sari, R. P., & Hidayat, T. (2021). Penerapan logika fuzzy dalam sistem prediksi kebutuhan obat di fasilitas kesehatan. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, 7(1), 45-56. <https://doi.org/10.33557/jisi.v7i1.1234>
- Fanani, A. Z., & Wahyu Utama, D. (2022). Pemanfaatan Python dalam analisis data dan kecerdasan buatan untuk penelitian di bidang kesehatan. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, 6(3), 512-521. <https://doi.org/10.29207/resti.v6i3.4102>
- Nugraha, D. W., Santoso, B., & Rahayu, P. (2023). Implementasi Google Colaboratory sebagai platform komputasi ilmiah berbasis cloud dalam penelitian kecerdasan buatan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 10(2), 134-143. <https://doi.org/10.21831/jpti.v10i2.3456>
- Octiva, C. S., Israkwaty, Nuryanto, U. W., Eldo, H., & Tahir, A. (2024). Sistem prediksi kebutuhan obat menggunakan metode Holt-Winter exponential smoothing. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 6(1), 1-6. <https://doi.org/10.6008/jidt.v6i1.464>
- Parwita, I. G. L., Suarjana, I. M., & Yasa, I. N. M. (2025). Fuzzy time series and double exponential smoothing dalam peramalan Syarat Perdagangan Petani di Provinsi Bali. *Jurnal Ekonomi dan Statistika Indonesia*, 5(1), 22-34. <https://doi.org/10.21107/jesi.v5i1.2025>
- Sabarina, N., Rosyida, F., & Hendra, T. (2021). Prediksi penjualan obat menggunakan metode Double Exponential Smoothing (Studi kasus: Apotek Rumah Sakit Condong Catur). *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 7(3), 456-465. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v7i3.3591>
- Vimala, S., & Nugroho, A. (2022). Peramalan penjualan obat menggunakan metode Single, Double, dan Triple Exponential Smoothing. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 8(2), 112-121. <https://doi.org/10.30812/jiki.v8i2.2022>

Wiedyaningsih, C., Purnomo, H., & Suryawati, S. (2024). Perbandingan peramalan kebutuhan obat menggunakan metode Time Series di fasilitas kesehatan: Tinjauan sistematis. *Jurnal Farmasi Klinik Ind Aldo Zantohodi, Lena Elfianty, Rizka Tri Alinse* onesia, 13(1), 58-71.
<https://doi.org/10.15416/ijcp.2024.13.1.58>