

Penerapan Artificial Neural Network untuk Memprediksi Persediaan Obat-Obatan Esensial

Fadhly Alfallah[✉], Yuhandri, Sumijan

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Univeristas Putra Indonesia YPTK, Padang, 25221, Indonesia

fadhlyalfallah07@email.com

Abstract

The availability of essential medicines is crucial for healthcare services. However, suboptimal management can lead to stock shortages or surpluses, affecting medical services and budget efficiency. An accurate prediction system is necessary to support more effective and efficient medicine inventory planning. This study aims to develop a medicine inventory prediction model using Artificial Neural Network (ANN) based on historical data to improve stock planning accuracy. This research employs the Artificial Neural Network (ANN) method with the backpropagation algorithm to predict medicine inventory based on historical data. The model is trained using historical data with adjusted parameters to generate more accurate predictions. The research data is sourced from monthly medicine usage records over the period 2021-2024. This data is used for training and testing, with a split of 70% for training and 30% for testing. The study results indicate that the ANN model with a 12-12-1 architecture can produce high-accuracy predictions, with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 3.65% and an accuracy of 96.35% for paracetamol stock. This research contributes to the field of health informatics by demonstrating the effectiveness of ANN in medicine inventory prediction. Future studies may explore hybrid machine learning models or integrate external factors such as seasonal disease patterns and community demand levels to enhance adaptive prediction accuracy.

Keyword: Artificial Neural Network, Drug Inventory Prediction, Backpropagation, MATLAB, Healthcare Management

Abstrak

Ketersediaan obat esensial sangat penting untuk pelayanan kesehatan, namun pengelolaan yang tidak optimal dapat menyebabkan kekurangan atau kelebihan stok, berdampak pada layanan medis dan efisiensi anggaran. Sistem prediksi yang akurat sangat diperlukan untuk mendukung perencanaan persediaan obat yang lebih efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi persediaan obat menggunakan Artificial Neural Network (ANN) berdasarkan data historis guna meningkatkan akurasi perencanaan stok obat. Penelitian ini menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN) dengan algoritma backpropagation untuk memprediksi persediaan obat berdasarkan data historis. Model dilatih menggunakan data historis dengan parameter yang disesuaikan agar menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Data penelitian bersumber dari data bulanan jumlah pemakaian obat-obatan selama kurun waktu 2021-2024. Data ini digunakan sebagai data latih dan uji, dengan pembagian 70% untuk pelatihan dan 30% untuk pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ANN dengan arsitektur 12-12-1 mampu menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi tinggi, dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 3.65% dan akurasi sebesar 96.35% untuk stok obat parasetamol. Penelitian ini memberikan kontribusi pada bidang informatika kesehatan dengan membuktikan efektivitas ANN dalam prediksi persediaan obat. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi model pembelajaran mesin hibrida atau mengintegrasikan faktor eksternal, seperti pola penyakit musiman dan tingkat permintaan masyarakat, untuk meningkatkan akurasi prediksi yang lebih adaptif.

kata Kunci: Artificial Neural Network, Prediksi Persediaan Obat, Backpropagation, MATLAB, Manajemen Kesehatan

KomtekInfo is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) di era globalisasi telah mengubah berbagai aspek kehidupan, termasuk cara manusia berkomunikasi, bekerja, dan mengelola informasi. Kehadiran teknologi seperti internet, komputasi awan, kecerdasan buatan, dan big data telah mempermudah akses informasi secara cepat dan efisien, mendukung berbagai inovasi, termasuk di bidang kesehatan [1],[2].

Obat merupakan komponen penting dalam sistem pelayanan kesehatan yang berfungsi dalam pencegahan, penyembuhan, dan pemulihan pasien [3]. Tantangan

utama dalam pengelolaan stok obat adalah ketidakseimbangan antara kebutuhan dan pengadaan, yang sering kali menyebabkan kekurangan atau kelebihan stok obat di fasilitas layanan kesehatan, seperti Puskesmas [4],[5]. Persediaan obat yang tidak terkelola dengan baik dapat menghambat pelayanan medis dan meningkatkan risiko pemborosan akibat kedaluwarsa. Oleh karena itu, diperlukan sistem prediksi yang akurat untuk mendukung pengelolaan stok obat yang lebih efektif dan efisien [6].

Puskesmas Kampung Teleng, sebagai fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama di Kecamatan Lembah Segar, Kota Sawahlunto, menghadapi

tantangan dalam pengelolaan persediaan obat. Beberapa jenis obat mengalami surplus stok, sementara yang lain mengalami kekurangan, sehingga menghambat efektivitas layanan kesehatan [7]. Penerapan teknologi prediktif berbasis kecerdasan buatan dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Artificial Neural Network (ANN) merupakan sistem komputasi yang meniru cara kerja otak manusia dengan memanfaatkan jaringan neuron buatan yang saling terhubung untuk memproses informasi secara paralel. Melalui proses pelatihan menggunakan data historis dan penyesuaian bobot antar neuron, ANN dapat mengenali pola-pola tersembunyi dalam data sehingga menghasilkan prediksi yang akurat. Artificial Neural Network (ANN) telah terbukti mampu mengenali pola penggunaan obat berbasis data historis dan memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode konvensional [8],[9].

Studi terdahulu telah membuktikan efektivitas ANN dalam berbagai bidang, termasuk prediksi permintaan obat dan manajemen logistik [10]. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Fadilah menggunakan Artificial Neural Network (ANN) untuk memprediksi penjualan obat herbal guna mengatasi masalah overstock, obat kadaluwarsa, dan kesalahan pencatatan manual. Dengan data time series, ANN dirancang menggunakan Algoritma Backpropagation, metodologi penelitian meliputi penentuan data latih (70%) dan data uji (30%), menghasilkan nilai MAPE 26,3096% dan akurasi 73,6904% [11].

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Damayanti menerapkan metode Neural Network dengan backpropagation untuk menganalisis dampak vaksinasi terhadap laju kenaikan kasus Covid-19 di Indonesia. Menggunakan data Covid-19 dan vaksinasi dari tahun 2020 hingga 2021, penelitian ini dirancang dengan parameter batch size 32, hidden layer 5, learning rate 0,3, momentum 0,2, dan training time 100. Hasil menunjukkan akurasi model sebesar 60,73% dengan nilai RMSE 0,484, serta 99 data berhasil diprediksi dengan tepat [12].

Algoritma Backpropagation pada ANN merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam pemodelan prediksi berbasis data. Metode ini bekerja dengan mekanisme propagasi balik (generalized delta rule) untuk meminimalkan kesalahan prediksi dan mengoptimalkan bobot jaringan, sehingga mampu mengenali pola kompleks dalam data persediaan obat [13],[14]. Prosesnya melibatkan pengenalan pola data yang telah dinormalisasi agar sistem dapat menentukan bobot yang memetakan data input dengan output target yang diinginkan [15]. Metode pelatihan backpropagation melibatkan feedforward dari input pola pelatihan, perhitungan kesalahan, backpropagation dari kesalahan tersebut, dan penyesuaian bobot pada sinapsis [16]. Algoritma Backpropagation melakukan proses pembelajaran terhadap histori data terdahulu sehingga mampu mengenali pola data untuk melakukan prediksi atau klasifikasi terhadap data yang akan datang. Proses

klasifikasi/prediksi data dengan menggunakan Backpropagation maka harus dilakukan 2 proses yaitu proses pelatihan dan proses pengujian. [17].

Penelitian yang dilakukan oleh Liya Yuni Astutik menunjukkan bahwa ANN dengan algoritma Backpropagation mampu mencapai tingkat akurasi hingga 98,6% dengan rasio data latih dan uji 90:10 [18]. Penelitian yang dilakukan oleh Jannah & Budayawan menunjukkan bahwa model ANN dengan arsitektur 12-6-1 mampu mencapai akurasi 93,18% dalam prediksi kebutuhan obat di gudang farmasi [19].

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Nulhakim menggunakan algoritma Backpropagation Neural Network untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Sumatera Utara. Dengan data tahun 2016-2023 mencakup variabel kurs, inflasi, dan suku bunga, penelitian ini memprediksi kunjungan tahun 2024. Model terbaik diperoleh pada learning rate 0,0001 dan epoch 200, dengan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 4,4551. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai potensi Neural Network dalam mendukung pengembangan pariwisata serta membantu perencanaan strategis di Sumatera Utara [20].

Penelitian oleh Alamsyah menggunakan algoritma Backpropagation Artificial Neural Network untuk memprediksi jumlah kunjungan pasien di Puskesmas Grabag 1. Data time series sebanyak 1826 data dari tahun 2019-2023 digunakan dengan proses pemrosesan seperti pemilihan atribut, penanganan missing value, normalisasi, sliding window, serta pembagian data training dan testing. Hasil terbaik diperoleh pada epoch 500, lapisan tersembunyi 1, dengan 30 neuron pada input layer, 7 neuron pada hidden layer, dan 1 neuron pada output layer. Model ini menghasilkan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 0,00229501 untuk data pelatihan dan 0,00782101 untuk data pengujian [21].

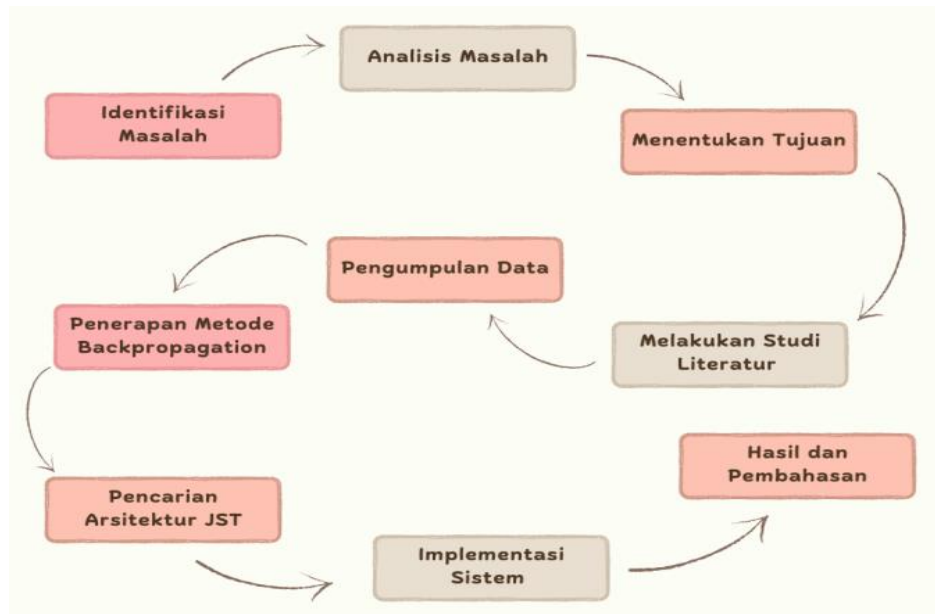
Persediaan obat yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan kekurangan atau kelebihan stok, yang berdampak pada pelayanan kesehatan di Puskesmas Kampung Teleng. Metode konvensional dalam perencanaan persediaan sering kali kurang akurat karena tidak mampu menangkap pola permintaan obat secara dinamis. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih adaptif dan cerdas untuk meningkatkan efisiensi prediksi stok obat.

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Algoritma Backpropagation Neural Network dalam sistem prediksi persediaan obat di Puskesmas Kampung Teleng. Model prediksi ini akan diimplementasikan menggunakan MATLAB R2018b dengan antarmuka grafis (GUI) guna mendukung proses perencanaan stok obat berbasis data. Penelitian ini juga akan menguji akurasi model dengan menggunakan metrik evaluasi seperti Mean Absolute Percentage Error (MAPE), serta mengukur tingkat optimalisasi prediksi yang dihasilkan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan serangkaian langkah sistematis untuk memastikan pelaksanaan yang efektif dan efisien. Setiap langkah dirancang dengan cermat agar tetap fokus pada pokok bahasan utama serta menghindari penyimpangan dari tujuan penelitian.

Kerangka kerja yang digunakan mempermudah pelaksanaan setiap tahapan penelitian secara berurutan dan terstruktur, sehingga membantu penelitian mencapai hasil optimal dengan pemanfaatan sumber daya dan waktu yang efisien. Kerangka kerja ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Kerangka Kerja Penelitian

Gambar 1 menggambarkan alur kerja penelitian dalam merancang dan mengimplementasikan sistem prediksi persediaan obat menggunakan Backpropagation Neural Network (Jaringan Saraf Tiruan). Proses dimulai dari identifikasi dan analisis masalah, diikuti dengan penentuan tujuan serta pengumpulan data sebagai dasar model prediksi. Setelah itu, dilakukan studi literatur untuk memahami konsep dan teknik yang relevan. Selanjutnya, penelitian berfokus pada pencarian arsitektur JST yang sesuai, diikuti dengan implementasi sistem serta pengujian dan analisis hasil guna memastikan akurasi model dalam memprediksi kebutuhan persediaan obat secara optimal.

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap krusial dalam penelitian ini untuk memperoleh informasi yang relevan guna mendukung analisis prediksi persediaan obat esensial di Puskesmas Kampung Teleng menggunakan Artificial Neural Network (ANN) dengan Algoritma Backpropagation. Data yang digunakan berbentuk numerik, sehingga dapat diproses secara efektif menggunakan perangkat lunak. Sumber data utama dalam penelitian ini adalah persediaan obat-obatan esensial dari tahun 2021 hingga 2024,

Setelah data dikumpulkan, dilakukan proses pengolahan untuk menghasilkan data latih dan data uji yang akan digunakan dalam simulasi prediksi. Pengolahan ini bertujuan untuk memastikan bahwa model yang dibangun dapat memprediksi persediaan obat secara

akurat, sehingga membantu Puskesmas dalam mengelola stok obat secara lebih optimal dan efisien. Proses pengolahan data yang melibatkan algoritma prediksi seperti backpropagation, diperlukan langkah-langkah awal untuk memastikan data berada dalam rentang yang sesuai dan optimal untuk diproses. Salah satu langkah penting tersebut adalah normalisasi.

Normalisasi digunakan untuk mengubah nilai data asli ke dalam rentang tertentu, misalnya 0 hingga 1 atau 0,1 hingga 0,9, sehingga mempermudah proses pelatihan model. Langkah ini penting karena algoritma pembelajaran mesin lebih sensitif terhadap skala data yang berbeda-beda, dan normalisasi membantu meningkatkan stabilitas dan efisiensi proses pelatihan tersaji pada Persamaan 1 [22].

$$\text{Normalisasi} = \frac{0,8(\text{Nilai Data} - \text{nilai minimum})}{\text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum}} + 0,1 \quad (1)$$

Persamaan 1 menjelaskan bahwa nilai data merupakan nilai asli dari data. Nilai minimum merupakan nilai terkecil dalam dataset. Nilai maksimum didasari dari nilai terbesar dalam dataset.

2.2. Penerapan Algoritma Backpropagation

Langkah awal dalam menerapkan Algoritma Backpropagation dimulai dengan mendefinisikan nilai awal untuk variabel-variabel yang diperlukan seperti menentukan nilai input, menentukan nilai output, menentukan nilai bobot, menentukan nilai bias, menentukan learning rate (α) dan nilai batas

ambang/threshold (θ). Tahap normalisasi/transformasi data adalah membuat bilangan bulat menjadi pecahan. Data diskalakan dari 0,1 sampai 0,9. Skala ini digunakan pada data pelatihan Backpropagation. Proses Backpropagation terdiri dari dua tahapan utama, yaitu training (pelatihan) dan testing (pengujian) [23].

1. Inisialisasi Bobot Awal

Model memulai proses dengan memberikan bobot awal secara acak pada setiap koneksi antara neuron dalam jaringan saraf tiruan.

2. Forward Propagation

a. Input Layer

Setiap neuron pada lapisan input X_i (X_1, X_2, X_3, X_4, X_n) menerima sinyal masukan dan meneruskannya ke lapisan tersembunyi (hidden layer).

b. Hidden Layer

Neuron dalam lapisan tersembunyi Z_i (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) menjumlahkan sinyal dari lapisan input dengan bobotnya, dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$Z_{in_j} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n \chi_i v_{ij} \quad (2)$$

Dimana v_{0j} merupakan bias pada neuron hidden layer ke-j. χ_i adalah neuron input layer ke-i. v_{ij} adalah bobot yang menghubungkan neuron input layer k-i dan neuron hidden layer ke-j. z_{in_j} adalah sinyal informasi dari input layer ke neuron hidden layer ke-j. setelah itu, nilai aktivasi pada lapisan tersembunyi dihitung menggunakan fungsi aktivasi pada Persamaan 3.

$$Z_j = f(z_{in_j}) = \frac{1}{(1+(exp^{-z_{in_j}}))} \quad (3)$$

z_{in_j} merupakan sinyal informasi dari input layer ke neuron hidden layer ke-j. Z_j adalah neuron hidden layer ke-j. $f(z_{in_j})$ adalah fungsi aktifasi terhadap nilai z_{in_j} .

c. Output Layer

Neuron pada lapisan output Y_i (Y_1, Y_2, \dots, Y_n) menerima sinyal dari lapisan tersembunyi, yang kemudian dijumlahkan dengan bobotnya menggunakan Persamaan 4

$$y_{in_k} = w_{ok} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk} \quad (4)$$

y_{in_k} merupakan hidden layer ke neuron output layer ke-k. w_{ok} adalah bias pada neuron output layer ke-k. Z_j adalah neuron hidden layer ke-j. W_{jk} adalah bobot yang menghubungkan neuron hidden layer k-j dan neuron output layer ke-k. setelahnya nilai aktivasi pada lapisan

output dihitung menggunakan fungsi aktivasi dengan Persamaan 5.

$$y_k = f(y_{in_k}) = \frac{1}{(1+(exp^{-y_{in_k}}))} \quad (5)$$

y_{in_k} merupakan sinyal informasi dari hidden layer ke neuron output layer ke- k. y_k adalah neuron output layer ke-k. $f(y_{in_k})$ adalah fungsi aktifasi terhadap nilai y_{in_k} .

3. Backward Propagation (Propagasi Balik)

a. Hitung Nilai Error Lapisan Output

Menghitung error pada lapisan output, kesalahan pada lapisan output dihitung dengan Persamaan 6.

$$\delta_k = (t_k - y_k)y_k(1 - y_k) \quad (6)$$

δ_k merupakan Faktor koreksi dari neuron output layer ke-k. t_k adalah Target output pada neuron output layer ke-k. y_k adalah Neuron output layer ke-k. Setelahnya dilakukan perhitungan gradient descent dengan memperhitungkan nilai neuron dalam lapisan tersembunyi disajikan pada Persamaan 7 & 8.

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z_j \quad (7)$$

$$\Delta W_{ok} = \alpha \delta_k \quad (8)$$

ΔW_{jk} merupakan koreksi bobot yang menghubungkan antara neuron output layer ke-k. dan neuron hidden layer ke-j. ΔW_{ok} adalah koreksi bias pada neuron output layer ke-k. δ_k adalah faktor koreksi dari neuron output layer ke-k. Z_j adalah neuron hidden layer ke-k.

b. Hitung Nilai Error Lapisan Tersembunyi

Menghitung Error pada Lapisan Tersembunyi, kesalahan yang terjadi dalam lapisan tersembunyi dihitung dengan Persamaan 9.

$$\delta_{-in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \quad (9)$$

δ_{-in_j} merupakan sinyal faktor koreksi dari output layer ke neuron hidden layer ke-j. δ_k adalah faktor koreksi dari neuron output layer ke-k. W_{jk} adalah koreksi bobot yang menghubungkan antara neuron output layer ke-k dan neuron hidden layer ke-j. Setelah itu, nilai error tersebut dikonversi dengan fungsi aktivasi dengan Persamaan 10.

$$\delta_j = \delta_{in_j} Z_j (1 - z_j) \quad (10)$$

δ_j merupakan faktor koreksi dari neuron hidden layer ke-j. δ_{-in_j} adalah sinyal faktor koreksi dari output layer ke neuron hidden layer ke-j. Z_j adalah neuron hidden

layer ke-j. Selanjutnya, dilakukan perhitungan gradient descent dengan mempertimbangkan lapisan input:

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (11)$$

$$\Delta V_{oj} = \alpha \delta_j \quad (12)$$

ΔV_{ij} merupakan koreksi bobot yang menghubungkan antara neuron hidden layer ke-j dan neuron input layer ke-i. ΔV_{oj} adalah koreksi bias pada neuron hidden layer ke-j. x_i adalah neuron input layer ke-i. δ_j adalah faktor koreksi dari neuron hidden layer ke-j.

2.3. Perancangan Arsitektur ANN

Perancangan arsitektur Artificial Neural Network (ANN) meliputi penetapan data masukan, data keluaran, serta pemilihan arsitektur jaringan yang sesuai dengan permasalahan yang diselesaikan. Arsitektur ANN terdiri dari input layer, yang berfungsi sebagai media untuk menerima dan mengirimkan data relevan, serta hidden layer dan output layer, yang memproses informasi melalui serangkaian bobot yang menghubungkan neuron-neuron di setiap lapisan. Bobot ini berperan dalam menyesuaikan struktur ANN terhadap pola data yang diberikan selama proses pembelajaran, sehingga jaringan dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat [23]:

1. Menetapkan Data Masukan

Data masukan berupa informasi persediaan obat-obatan esensial setiap bulan. Data tersebut mencakup stok awal, jumlah persediaan yang diterima, serta pemakaian obat selama periode satu bulan. Sistem dapat menganalisis pola penggunaan data obat dan memprediksi kebutuhan stok secara lebih akurat.

2. Menetapkan Data Keluaran

Artificial Neural Network (ANN) dirancang untuk menghasilkan data keluaran berupa prediksi persediaan obat-obatan esensial berdasarkan pola historis yang telah dipelajari. Data keluaran ini diproses melalui serangkaian perhitungan di dalam jaringan, termasuk propagasi maju dan penyesuaian bobot menggunakan algoritma pembelajaran dan menghasilkan prediksi akhir. ANN mampu meningkatkan akurasi prediksi, sehingga dapat membantu dalam pengelolaan stok obat yang lebih efisien.

3. Melakukan konfigurasi Jaringan

Konfigurasi jaringan pada ANN dirancang untuk meningkatkan akurasi prediksi agar sesuai dengan kebutuhan sistem. Struktur jaringan disesuaikan agar mampu mengenali pola data secara optimal dan menghasilkan output yang akurat. Model diterapkan secara efektif dalam sistem yang dirancang dihasilkan dari desain yang tepat.

2.8. Implementasi Sistem

Tahap pengujian bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan model Backpropagation dalam memprediksi persediaan obat esensial dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid. Penilaian kinerja model dilakukan berdasarkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), yang mengukur tingkat kesalahan prediksi dengan Persamaan 13.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|x_t - y_t|}{x_t}}{n} \times 100\% \quad (13)$$

Dimana MAPE merupakan Mean Absolute Percentage Error (kesalahan persentase absolut rata-rata). n adalah jumlah data atau periode pengamatan. x_t adalah nilai aktual pada periode ke-t. y_t adalah nilai hasil prediksi pada periode ke-t.

Perhitungan Mean Squared Error (MSE) dalam pengujian ini diawali dengan menghitung keluaran Artificial Neural Network (ANN) berdasarkan nilai masukan awal. Selanjutnya, selisih antara nilai target dan nilai prediksi dihitung, kemudian dikuadratkan untuk setiap pasangan data. Hasil kuadrat selisih ini dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah data pelatihan dalam satu epoch untuk memperoleh nilai rata-rata kesalahan yang mencerminkan tingkat akurasi model.

Pengujian sistem ini dilakukan untuk memastikan bahwa jaringan saraf tiruan mampu mengenali pola data dengan baik dan mencapai target yang diharapkan. Proses pelatihan model bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi sehingga dapat diterapkan secara efektif dalam pengelolaan persediaan obat. Pengujian lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan MATLAB, yang berperan dalam memvalidasi performa model dan memastikan bahwa Algoritma Backpropagation dapat memberikan hasil yang optimal.

3. Hasil dan Pembahasan

Tahapan ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas algoritma backpropagation dalam memprediksi persediaan obat-obatan esensial. Analisis sistem bertujuan untuk memahami karakteristik data uji serta metode yang diterapkan guna memastikan akurasi prediksi. Proses ini diawali dengan teknik pengumpulan data yang digunakan sebagai dasar dalam analisis dan pengujian model prediksi.

Implementasi Algoritma Backpropagation akan diterapkan dalam lingkungan Gui Matlab, memungkinkan pengguna untuk melakukan simulasi dan visualisasi hasil prediksi secara interaktif. Pendekatan ini, penelitian akan menguji sejauh mana model mampu mengenali pola penggunaan obat serta memberikan prediksi yang akurat guna mendukung manajemen stok obat di fasilitas kesehatan.

3.1. Analisis Sistem

Pada tahap analisis sistem, pemrosesan data diawali dengan penggunaan data persediaan obat di Puskesmas

Kampung Teleng selama tiga tahun terakhir yang dikumpulkan setiap bulan. Data ini kemudian dinormalisasi untuk menyetarakan skala, memudahkan perhitungan, serta mengidentifikasi pola tren kebutuhan obat. Selanjutnya, data dibagi menjadi data latih untuk membangun model prediksi dan data uji guna mengevaluasi akurasi hasil prediksi.

a. Data Obat

Pada penelitian ini, data yang digunakan berasal dari laporan bulanan mengenai jumlah pemakaian obat-obatan di Puskesmas Kampung Teleng selama periode 2021-2024. Berdasarkan Laporan Pemakaian dan Lembar Permintaan Obat (LPLPO), terdapat lebih dari 366 jenis obat yang tercatat setiap bulan. Dari sekian banyak jenis obat tersebut, terdapat tiga jenis obat dengan tingkat pemakaian tertinggi, yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

Setiap jenis obat memiliki 48 data bulanan, sehingga total data yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 192 data. Data ini merupakan representasi dari pola konsumsi obat yang dianalisis untuk mengembangkan model prediksi. Dengan memanfaatkan dataset ini, penelitian bertujuan untuk membangun model Artificial Neural Network (ANN) dengan Algoritma Backpropagation guna meningkatkan akurasi prediksi kebutuhan obat, sehingga pengelolaan stok obat di Puskesmas dapat lebih optimal dan efisien.

Berikut ini adalah data persediaan obat parasetamol dari tahun 2021 sampai 2024, yang akan menjadi data input untuk training (pelatihan) dan testing (pengujian) pada sistem prediksi :

Tabel 1. Data Aktual Obat Parasetamol tab 500 mg
Persediaan Obat Parasetamol tab 500 mg

BULAN	Tahun			
	2021	2022	2023	2024
JAN	2766	3300	5535	4423
FEB	3405	6599	4640	4201
MAR	3886	3236	3927	5987
APR	3292	3551	3528	6400
MEI	3326	3253	5888	7900
JUN	4424	4166	4786	5987
JUL	3926	5053	4874	5900
AGU	4546	5570	5502	3500
SEP	4447	6166	5296	4912
OKT	4081	5335	4891	4447
NOV	5386	7954	6578	6300
DES	4469	4607	4581	5245

Pada tabel di atas, salah satu jenis obat yang digunakan sebagai data pelatihan adalah parasetamol dengan data pemakaian sepanjang tahun 2021, dari bulan Januari hingga Desember. Data ini terdiri dari 12 input (x) yang merepresentasikan jumlah pemakaian obat setiap bulan. Data target (t) yang digunakan untuk prediksi adalah

jumlah pemakaian obat pada Januari 2022, yang berfungsi sebagai referensi dalam evaluasi akurasi model prediksi.

b. Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan pada data obat dalam penelitian ini dengan cara mentransformasikan data ke dalam rentang tertentu sesuai dengan fungsi yang digunakan. Fungsi aktivasi yang diterapkan adalah sigmoid biner, yang memiliki rentang keluaran antara [0,1]. Hasil dari proses normalisasi ini membuat data obat berada dalam interval [0.1, 0.9] agar sesuai dengan rentang fungsi aktivasi yang digunakan, normalisasi data menggunakan persamaan (1).

Tabel 2. Data Normalisasi Obat Parasetamol
Persediaan Obat Parasetamol tab 500 mg

BULAN	Tahun			
	2021	2022	2023	2024
JAN	0.1000	0.1823	0.5270	0.3555
FEB	0.1985	0.6911	0.3890	0.3213
MAR	0.2727	0.1725	0.2790	0.5967
APR	0.1811	0.2210	0.2175	0.6604
MEI	0.1864	0.1751	0.5814	0.8917
JUN	0.3557	0.3159	0.4115	0.5967
JUL	0.2789	0.4527	0.4251	0.5833
AGU	0.3745	0.5324	0.5219	0.2132
SEP	0.3592	0.6243	0.4901	0.4309
OKT	0.3028	0.4961	0.4277	0.3592
NOV	0.5040	0.9000	0.6878	0.6449
DES	0.3626	0.3839	0.3799	0.4823

Tabel 2 merupakan hasil normalisasi data obat parasetamol. Jumlah pemakaian obat pada bulan Januari 2021 adalah 2766 tablet. Proses normalisasi diperlukan karena algoritma backpropagation menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner, yang hanya menerima nilai dalam rentang $0 < x < 1$. Data hasil normalisasi menjadi lebih kompatibel dengan fungsi aktivasi dan meningkatkan stabilitas proses pembelajaran jaringan saraf tiruan.

Tabel 3. Hasil Prediksi Persediaan Obat Parasetamol Tahun 2025

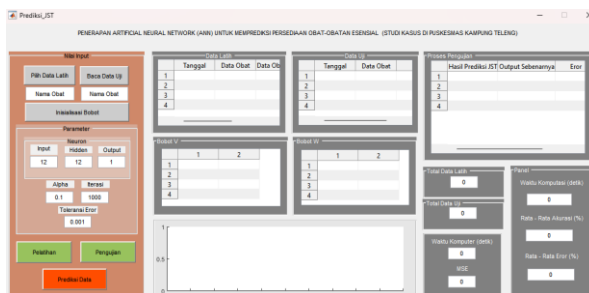
Bulan	Data Obat 2024	Keluaran JST	Denormalisasi Keluaran JST (Hasil Prediksi)
Januari	4423	0.620346256	5984
Februari	4201	0.378350281	4729
Maret	5987	0.378024342	4727
April	6400	0.377773538	4726
Mei	7900	0.37707967	4722
Juni	5987	0.37645706	4719
Juli	5900	0.377371613	4724
Agustus	3500	0.377069047	4722
September	4912	0.376512323	4719
Oktober	4447	0.377432969	4724

November	6300	0.377232031	4723
Desember	5245	0.377811539	4726

Dari hasil perhitungan manual yang dilakukan untuk memprediksi persediaan obat pada tahun 2025 seperti yang dimuat pada tabel 3 terlihat bahwa terdapat selisih harga pada kisaran 4719 hingga 5984 obat. Selisih harga ini relatif baik sehingga memberikan indikasi bahwa Algoritma Backpropagation dengan arsitektur 12-12-1 mampu melakukan prediksi persediaan obat dengan baik. Perhitungan manual dilakukan untuk memprediksi data persediaan obat yang akan datang, maka data yang digunakan sebagai masukan JST Backpropagation adalah 12 data terakhir (data tahun 2024). Dari hasil perhitungan didapat bahwa nilai keluaran berselisih tidak terlalu jauh dengan target harga aktual.

3.2. Implementasi Sistem

Setelah melakukan tahapan analisis, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengimplementasian hasil yang telah dianalisis dan dirancang sebelumnya. Tahapan implementasi merupakan tahap untuk penerapan dari sistem yang dibuat untuk dapat digunakan dengan baik. Proses implementasi dilakukan dengan menggunakan GUI untuk memudahkan pengguna dalam merubah parameter pelatihan. Tampilan GUI sistem prediksi persediaan obat ditunjukkan pada Gambar 2.



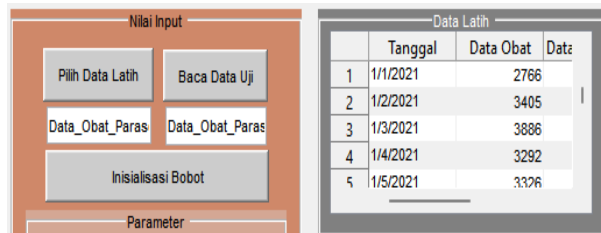
Gambar 2. Tampilan GUI Sistem

Gambar 2 menunjukkan antarmuka grafis (GUI) dalam aplikasi berbasis MATLAB yang dirancang untuk memprediksi kebutuhan obat menggunakan Artificial Neural Network (ANN) dengan algoritma backpropagation. GUI ini mencakup berbagai elemen seperti input data, parameter pelatihan (learning rate, epoch, dan jumlah neuron), serta hasil prediksi yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Terdapat tombol untuk memproses data, melakukan pelatihan, serta menampilkan hasil perbandingan antara nilai prediksi dan target guna mengevaluasi akurasi model.

1. Pelatihan

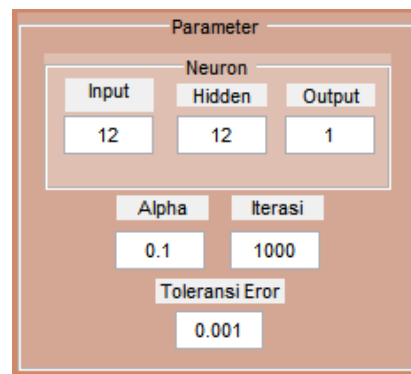
Proses diawali dengan membaca file data latih. Pengguna dapat melakukan ini dengan menekan tombol Pilih Data Latih, kemudian memilih file Excel yang berisi data latih yang akan digunakan. Setelah pemilihan

file, sistem akan menampilkan data latih yang telah dimuat. Tampilan aplikasi setelah tombol Baca Data Latih dipilih dapat dilihat pada Gambar 3.



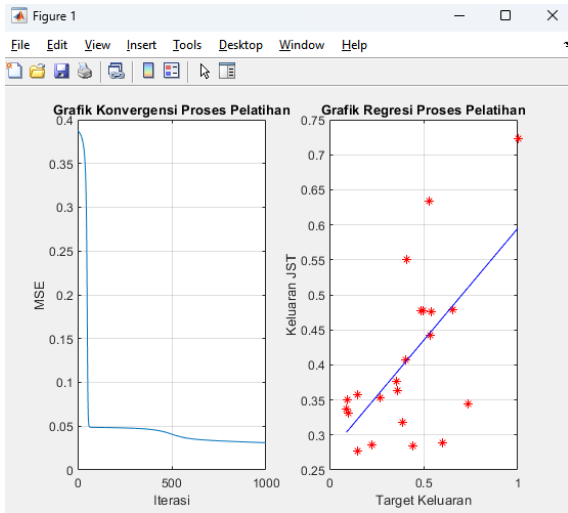
Gambar 3. Pembacaan Data Latih

Setelah data latih berhasil dibaca, aplikasi akan menampilkan data yang telah diimpor, memungkinkan pengguna untuk memverifikasi dan memastikan bahwa seluruh elemen dataset telah dimuat dengan benar. Jaringan Saraf Tiruan menggunakan beberapa parameter penting yang memengaruhi kinerja serta proses pembelajaran model, di mana inisialisasi bobot awal berperan dalam menentukan efektivitas serta tingkat konvergensi model. Secara default, parameter yang digunakan mencakup N-input = 12, N-hidden = 12, N-output = 1, Learning Rate = 0.1, Toleransi Error = 0.001, dan iterasi sebanyak 1000, yang setelah diisi akan ditampilkan dalam aplikasi seperti pada Gambar 4.



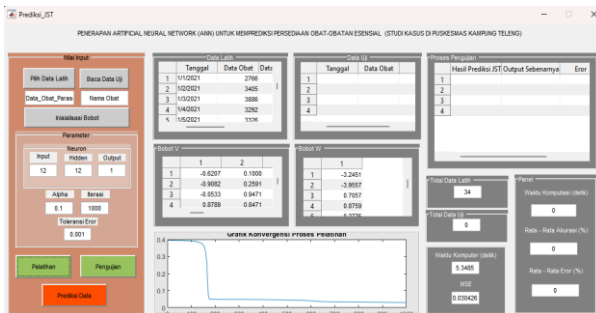
Gambar 4. Input Parameter JST dan Inisialisasi Bobot

Saat pengguna memilih menu "Proses Pelatihan," sistem akan menampilkan pop-up berisi dua grafik utama: grafik konvergensi dan grafik regresi. Grafik konvergensi menunjukkan kestabilan model Artificial Neural Network (ANN) selama pelatihan, sementara grafik regresi menggambarkan kecocokan hasil prediksi dengan nilai aktual dalam data latih. Kedua grafik ini juga tersedia di antarmuka utama aplikasi untuk memudahkan pemantauan perkembangan model, dan ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Konvergensi dan Regresi

Aplikasi menampilkan informasi waktu komputasi dan nilai Mean Squared Error (MSE) untuk mengukur efisiensi serta tingkat kesalahan model. MSE menunjukkan rata-rata selisih antara prediksi model dan nilai aktual, membantu dalam menilai seberapa baik model mengenali pola data. Informasi ini memberikan gambaran menyeluruh tentang kinerja JST pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pelatihan

Gambar yang ditampilkan merupakan output dari proses pelatihan menggunakan Artificial Neural Network (ANN). Grafik konvergensi, waktu komputasi, dan nilai Mean Squared Error (MSE) memberikan gambaran menyeluruh tentang kemampuan model dalam mengenali serta menyesuaikan pola dalam data latih. Informasi ini membantu pengguna menilai efisiensi waktu dan tingkat akurasi model selama pelatihan. Hasil menunjukkan bahwa waktu komputasi yang dibutuhkan adalah 5,3485 detik, dengan nilai MSE sebesar 0,030426.

2. Pengujian

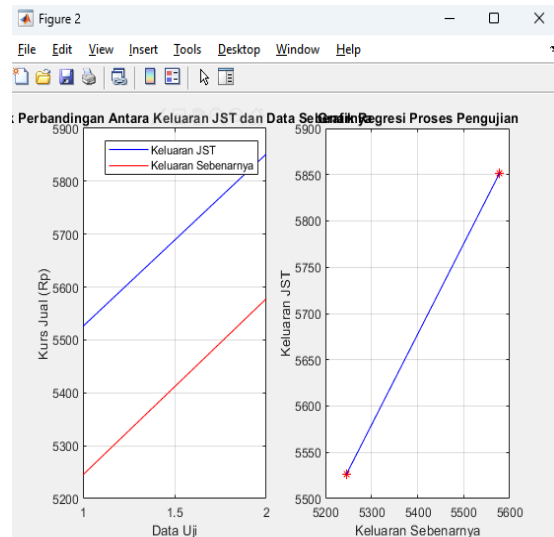
Tahap pengujian diawali dengan memasukkan data uji yang mencakup jumlah persediaan obat per bulan. Data ini membantu model Artificial Neural Network (ANN) dalam mengenali pola dan tren untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Proses input data ke dalam aplikasi dilakukan dengan membaca file data uji. Pengguna dapat melakukan ini dengan menekan tombol

Pilih Data Uji, kemudian memilih file Excel yang berisi data Uji yang akan digunakan. Setelah pemilihan file, sistem akan menampilkan data Uji yang telah dimuat, tampilan aplikasi setelah tombol Baca Data Uji dipilih dapat dilihat pada Gambar 7.

Data Uji		
	Tanggal	Data Obat
1	1/1/2024	4423
2	1/2/2024	4201
3	1/3/2024	5987
4	1/4/2024	6400
5	1/5/2024	7000

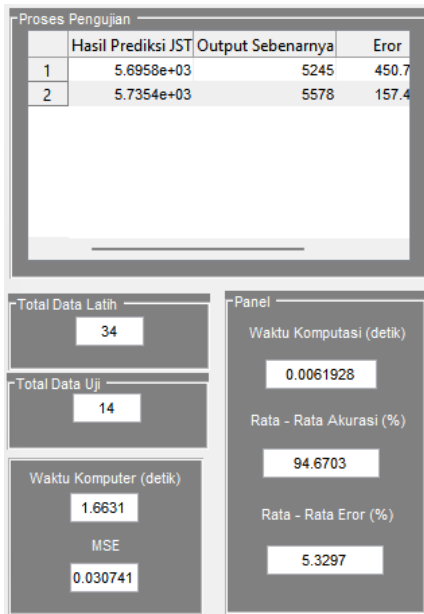
Gambar 7. Pembacaan Data Uji

Setelah data uji berhasil dibaca, aplikasi akan menampilkan informasi yang telah diimpor ke dalam sistem, memungkinkan pengguna untuk memverifikasi dan memastikan bahwa seluruh elemen dataset telah dimuat dengan benar. Saat pengguna memilih menu "Proses Pengujian," sistem akan menampilkan pop-up yang menyajikan dua grafik utama, yaitu grafik perbandingan hasil prediksi dengan data aktual serta grafik regresi. Grafik perbandingan menunjukkan tingkat akurasi prediksi model Artificial Neural Network (ANN), sedangkan grafik regresi menggambarkan sejauh mana hasil prediksi sesuai dengan nilai aktual dalam dataset uji, sehingga pengguna dapat mengevaluasi performa model dengan lebih mudah. Ilustrasi grafik ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan dan Regresi

Selain itu, aplikasi juga menyajikan informasi mengenai waktu komputasi, rata-rata error, dan rata-rata akurasi selama proses pengujian. Data ini memberikan wawasan tentang seberapa baik model memahami pola dalam dataset uji, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 9.

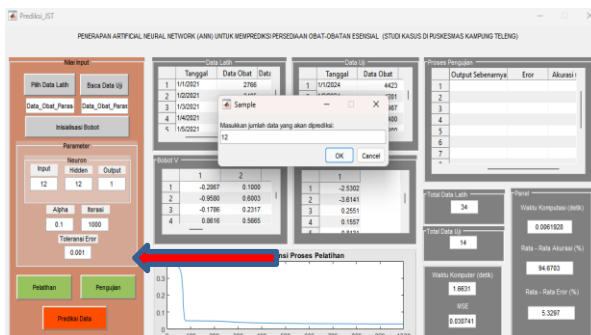


Gambar 9. Proses Pengujian

Gambar yang ditampilkan merupakan hasil dari proses pengujian model JST. Informasi mengenai waktu komputasi, rata-rata error, dan akurasi memberikan gambaran menyeluruh tentang kemampuan model dalam mengenali serta menyesuaikan pola dalam dataset uji. Evaluasi ini membantu pengguna menilai efisiensi serta akurasi model. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu komputasi yang dibutuhkan adalah 0,0061928 detik, dengan rata-rata error sebesar 5,3258% dan rata-rata akurasi mencapai 94,67%.

3. Prediksi

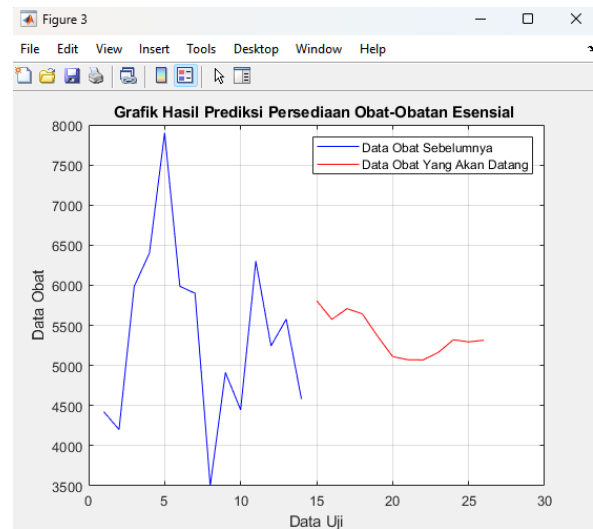
Setelah data uji dimuat, pengguna perlu menentukan jumlah bulan yang akan diprediksi ke depan. Informasi ini menjadi parameter penting bagi model Artificial Neural Network (ANN) agar dapat menghasilkan estimasi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan menentukan periode prediksi, sistem akan memberikan hasil perkiraan untuk periode yang diinginkan. Dalam pengujian ini, dilakukan prediksi selama 12 bulan ke depan, yang ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10 : Input Jumlah Prediksi

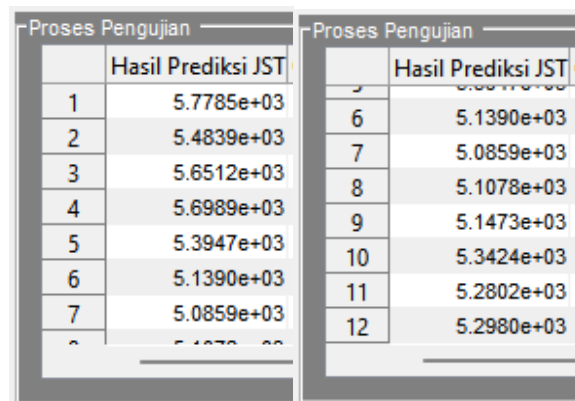
Setelah pengguna melakukan klik pada menu "Prediksi Data," aplikasi akan merespons dengan menampilkan grafik hasil prediksi. Grafik ini mencakup data jumlah

pasien sebenarnya sebagai titik awal, diikuti oleh serangkaian data yang diprediksi untuk jumlah pasien pada bulan-bulan berikutnya, seperti Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hasil Prediksi

Aplikasi juga akan menampilkan obat hasil prediksi. Dimana hasil menunjukkan berapa banyak obat pada bulan berikutnya serta juga menampilkan grafik hasil prediksi, seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil Prediksi

Pada Gambar 12 diperlihatkan prediksi penggunaan obat Parasetamol pada Januari sampai dengan bulan Desember tahun 2025. Rata-rata error dari perbandingan prediksi dengan realisasi ditunjukkan dengan nilai MAPE 3.6467% dengan akurasi 96.3533%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai akurasi prediksi sangat baik.

4. Kesimpulan

Algoritma Backpropagation dalam Artificial Neural Network (ANN) terbukti efektif dalam memprediksi persediaan obat-obatan esensial di Puskesmas Kampung Teleng dengan arsitektur 12 input layer, 12 hidden layer, dan 1 output layer, serta learning rate sebesar 0.1, yang memungkinkan sistem menganalisis pola konsumsi obat dari data historis dan menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Penerapan MATLAB R2018b dalam metode ini memberikan pendekatan inovatif dengan pemrosesan

data yang lebih cepat dan sistematis, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan strategis untuk mengoptimalkan stok obat dan mengurangi kesalahan perencanaan. Pengujian model menunjukkan tingkat kesalahan prediksi yang rendah, dengan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 0.0021717 dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 3.6467, yang membuktikan bahwa metode ini lebih akurat dibandingkan pendekatan konvensional lainnya. Dengan tingkat akurasi mencapai 96.3533%, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi manajemen logistik obat, menghindari pemborosan akibat kelebihan stok, serta memastikan persediaan obat yang memadai untuk kebutuhan pasien, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan kualitas pelayanan kesehatan di Puskesmas.

Daftar Rujukan

- [1] Sinaga, D. E., Windarto, A. P., & Nasution, R. A. (2022). Analisis data mining algoritma decision tree pada prediksi persediaan obat (Studi kasus: Apotek Franch Farma). *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 2(4), 123–131. <https://doi.org/10.30865/klik.v2i4.328>
- [2] Annisa, R., Rahayuningsih, P. A., & Fadilah, A. (2024). Transformasi digital di dunia farmasi: Aplikasi web untuk pengelolaan persediaan obat di apotek. *Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer*, 8(1), 26–32. <https://doi.org/10.22441/jitkom.v8i1.004>
- [3] Sari, A. M. F., Hadju, L., Isrul, M., & Bone, M. (2024). Evaluasi sistem pengelolaan obat di UPTD instalasi farmasi Dinas Kesehatan Kabupaten Kolaka tahun 2021. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(3), 132–143. <https://doi.org/10.54883/jpmw.v3i3.112>
- [4] Putri, U. A., Prasetyo, A. B., & Purnami, C. T. (2023). Sistem informasi manajemen logistik obat di pelayanan farmasi puskesmas: Literature review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(6), 1016–1024. <https://doi.org/10.56338/mppki.v6i7.3447>
- [5] Sulistyowati, S., & Rifandi, M. (2023). Analisis penerapan sistem informasi akuntansi persediaan obat-obatan dan alat kesehatan pada RSU PKU Muhammadiyah Jatinom. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(8), 3562–3574.
- [6] Baybo, M. P., Lolo, W. A., & Jayanti, M. (2022). Analisis pengendalian persediaan obat di Puskesmas Teling Atas. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.35799/pmj.v5i1.41434>
- [7] Arofah, M., Purnamasari, A. I., & Ali, I. (2024). Implementasi data mining untuk clustering jenis obat menggunakan metode algoritma K-means di UPTD Puskesmas Tegal Gubug. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(2), 1621–1628. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i2.8410>
- [8] Haniasti, S., Putra, D. H., Indawati, L., & Dewi, D. R. (2023). Gambaran penggunaan sistem informasi manajemen puskesmas dengan metode PIECES di Puskesmas Kunciran. *Jurnal Sosial dan Sains*, 3(2), 138–147. <https://doi.org/10.59188/jurnalsosains.v3i2.690>
- [9] Otaru, A. J., Alhulaybi, Z. A., & Dubdub, I. (2024). Machine learning backpropagation prediction and analysis of the thermal degradation of poly (vinyl alcohol). *Polymers*, 16(3). <https://doi.org/10.3390/polym16030437>
- [10] Tampati, N. (2022). Prediksi stok obat pada Apotik Total Life Clinic menggunakan model kombinasi artificial neural network dan ARIMA. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 9(1), 49–58. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i1.1373>
- [11] Jannah, Z., & Budayawan, K. (2024). Pengembangan sistem cerdas berbasis data mining untuk meningkatkan akurasi prediksi kebutuhan obat di Puskesmas Parit Rintang. *AI-DYAS*, 3(1), 467–479. <https://doi.org/10.58578/aldyas.v3i1.2736>
- [12] Damayanti, I., Hakim, A. R., Subarkah, P., Utami, D. A. B., & Rahayu, P. W. (2024). Prediksi vaksinasi terhadap penambahan kasus Covid-19 dengan neural network. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(1), 326–333. <https://doi.org/10.51454/decode.v4i1.354>
- [13] Palavar, O., Özyürek, D., & Kalyon, A. (2015). Artificial neural network prediction of aging effects on the wear behavior of IN706 superalloy. *Materials & Design*, 82, 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.05.055>
- [14] Dzulfikar, A., Ramsari, N., & Sutjiningtyas, S. (2021). Implementasi peramalan penjualan produk di PT. Prima Per Tradea Utama menggunakan metode artificial neural network. *Jurnal FIKI*, 11(2), 2087–2372. <http://jurnal.unmur.ac.id/index.php/jurnalfiki>
- [15] Mahfuzh, M. F., & Yuliantari, R. V. (2022). Analisis penerapan artificial neural network algoritma propagasi balik untuk meramalkan harga saham pada Bursa Efek Indonesia. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 6(1), 1–3. <https://doi.org/10.30871/jaee.v6i1.3814>
- [16] Thoriq, M. (2022). Peramalan jumlah permintaan produksi menggunakan jaringan saraf tiruan algoritma backpropagation. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 4, 27–32. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i1.178>
- [17] Rohman, F. (2022). Prediksi beban listrik dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan metode backpropagation. *Jurnal Surya Energy*, 5(2), 55–60. <https://doi.org/10.32502/jse.v5i2.3092>
- [18] Astutik, I. S. L. Y. (2024). Penerapan artificial neural network untuk memprediksi error dalam perancangan aplikasi monitoring tetes cairan infus. *Jurnal MIB*, 8, 1408–1418. <https://doi.org/10.30865/mib.v8i3.7724>
- [19] Fadilah, F., Komarudin, A., & Melina. (2024). Prediksi penjualan obat berbasis artificial neural network (ANN). *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, 6(3), 521–531. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v6i3.4346>
- [20] Nulhakim, P. A., Manullang, S., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., Studi, P., Komputer, I., Medan, U. N., Network, B. N., & Utara, S. (2024). Prediksi jumlah wisatawan mancanegara ke Sumatera Utara berdasarkan pintu masuk utama menggunakan algoritma backpropagation neural network. *Jurnal XYZ*, 7(2), 78–89.
- [21] Alamsyah, S. S., Maimunah, & Sukmasetya, P. (2024). Prediksi jumlah kedatangan pasien puskesmas menggunakan metode backpropagation artificial neural network. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(6), 2842–2849. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i6.1922>
- [22] Hazlita, S. D. G. W. N. (2024). Backpropagation neural network untuk prediksi kebutuhan pemakaian obat (kasus di RSUD dr. Adnaan WD). *Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JURASIK)*, 9(1), 300–309. <https://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jurasik>
- [23] Lestari, V. A., Ananta, A. Y., & Basudewa, P. (2023). Sistem informasi prediksi persediaan obat di Apotek Naylun Farma menggunakan Holt-Winters. *Jurnal Informatika Polinema*, 9(2), 229–236. <https://doi.org/10.33795/jip.v9i2.1289>