

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Darah merupakan elemen zat cair pada organ atau tubuh yang berperan penting terhadap sistem sirkulasi, Tugas utama darah adalah menyalurkan berbagai senyawa penting yang esensial dalam tubuh, seperti oksigen, karbon dioksida, zat untuk proses ekskresi, nutrisi, serta hormon[1]. Selain itu, darah juga sangat berpengaruh terhadap keseimbangan metabolisme dan mendukung berbagai aktivitas fisiologis tubuh. Jika terjadi kekurangan darah dalam tubuh dalam jumlah besar, maka akan sulit pada proses darah dalam produksi baru untuk menukarkan darah yang telah hilang. Ketika total kapasitas darah yang hilang melebihi kapasitas darah yang diproduksi oleh organ, dibutuhkan transfusi darah agar dapat memulihkan kembali darah yang telah hilang[2].

UTD (Unit Transfusi Darah) merupakan unsur dari PMI (Palang Merah Indonesia) yang berfungsi sebagai salah satu pusat pelayanan darah dengan tujuan mendukung kesehatan masyarakat melalui penggunaan darah manusia sebagai sumber utama. Salah satu layanan utama di UTD adalah menyediakan donor darah sukarela yang sehat dan memenuhi syarat[2]. Permintaan darah yang meningkat seiring pertumbuhan populasi menjadi permasalahan besar bagi UTD dalam menjaga ketersediaan stok darah yang memadai. Menurut data PMI pada Juni 2023, UTD di seluruh Indonesia memiliki 77.438 kantong darah. Namun, jumlah ini masih jauh di bawah perkiraan kebutuhan ideal menurut standar WHO, yaitu sebanyak 2% dari jumlah penduduk. Dengan populasi sebanyak 277,75 juta jiwa pada tahun 2022, maka jumlah kantong darah yang dibutuhkan diperkirakan sebanyak 5,56 juta per tahun[3].

Persediaan darah merupakan aspek krusial bagi UTD dalam memenuhi kebutuhan pasien yang memerlukan transfusi. Namun, UTD menghadapi tantangan besar akibat ketidakpastian permintaan darah, yang bervariasi sesuai dengan kondisi klinis setiap pasien[4]. Masalah utama yang dihadapi UTD PMI adalah permintaan darah yang sering kali tidak terpenuhi, sehingga pasien mengalami kesulitan dalam memperoleh darah yang sesuai[5]. Hal ini dikarenakan

ketersediaan darah sulit dikontrol karena sepenuhnya bergantung pada pendonor sukarela, sementara darah sendiri memiliki sifat yang mudah rusak dan tidak dapat disimpan dalam waktu lama[4]. Ketidakpastian dalam permintaan darah dapat menyebabkan kekurangan pasokan, sehingga manajemen persediaan darah yang tepat menjadi sangat penting. Oleh sebab itu, dibutuhkan metode prediksi yang diharapkan dapat memberikan bantuan kepada UTD PMI dalam mempersiapkan stok darah yang cukup ke depannya untuk memastikan ketersediaan darah yang memadai.

Dalam konteks tersebut, urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya memprediksi permintaan darah secara akurat untuk memastikan ketersediaan darah yang memadai. Hasil prediksi permintaan darah dapat membantu UTD Kota Surabaya untuk mengambil langkah-langkah sebagai antisipasi kekurangan stok darah, serta memastikan agar stok darah tidak terlalu menumpuk sehingga tidak terpakai. Karena sel darah merah hanya memiliki masa simpan 35 hari setelah didonorkan, darah yang melebihi batas waktu ini tidak dapat digunakan lagi untuk keperluan transfusi. Hal ini berkaitan erat dengan sifat darah yang mudah rusak dan tidak dapat diproduksi kembali, serta ketergantungan yang besar pada pendonor sukarela[6]. Jika stok darah tidak dikelola dengan baik, dapat mengakibatkan penurunan kualitas pelayanan kesehatan dalam memenuhi permintaan darah dari masyarakat yang membutuhkan.

Untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam manajemen stok darah, diperlukan pemilihan metode prediksi. Berbagai metode prediksi telah dikembangkan untuk memprediksi data deret waktu. Penelitian mengenai prediksi kebutuhan darah pernah dilakukan oleh Lyra Mauditia dkk., yang menggunakan metode ARIMA dan menunjukkan hasil yang cukup akurat dalam memodelkan pola linier. Namun, metode tersebut memiliki kelemahan dalam menangani data yang mengandung *outlier* atau pola non-linier[7]. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan model ANFIS yang mampu menggabungkan kekuatan jaringan saraf tiruan dan logika *fuzzy*, serta terbukti efektif dalam menangkap pola ekstrem seperti curah hujan harian dan bulanan di Kabupaten Jember, dengan nilai RMSE yang rendah pada proses *training* dan *testing*[8].

Selanjutnya, pendekatan *hybrid* ARIMA-ANFIS digunakan untuk memprediksi tingkat inflasi di Indonesia, dengan asumsi data memiliki komponen linier dan non-linier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *hybrid* ARIMA(2,1,0)-ANFIS dengan dua *cluster* memberikan akurasi prediksi terbaik, menurunkan nilai MAPE dari sekitar 17–18% menjadi sekitar 10%, sehingga terbukti mampu meningkatkan akurasi secara signifikan dibandingkan penggunaan metode tunggal[9]. Untuk meningkatkan akurasi lebih lanjut, algoritma optimasi seperti ABC digunakan, seperti pada prediksi harga Bitcoin terhadap Rupiah. Dengan mengoptimasi bobot ANN menggunakan Modified ABC, diperoleh MAPE sangat rendah, yaitu 3,12% (*training*) dan 2,02% (*testing*). Model terbaik menggunakan dua *input lag* dan dua neuron di *hidden layer*. Hasil ini menegaskan efektivitas ABC dalam meningkatkan kinerja model prediksi deret waktu[10].

Berdasarkan keberhasilan pendekatan ARIMA-ANFIS yang telah terbukti mampu meningkatkan akurasi prediksi pada berbagai bidang, penelitian ini akan mengadopsi metode untuk memprediksi permintaan darah di UTD PMI Kota Surabaya. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani komponen linier dan non-linier secara bersamaan. Selain itu, untuk lebih meningkatkan performa model, algoritma optimasi ABC akan digunakan untuk mengoptimalkan parameter pada ANFIS. Dengan penerapan optimasi ABC, diharapkan model ARIMA-ANFIS dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan stabil, sehingga dapat membantu dalam perencanaan dan pengelolaan stok darah secara lebih efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan prediksi permintaan darah menggunakan metode pendekatan ARIMA (*Autogressive Moving Average*) dan ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) dengan optimasi ABC (*Artificial Bee Colony*). ARIMA adalah metode analisis deret berkala yang dikenal sebagai *Box Jenkins*. ARIMA memanfaatkan data historis dan data terkini dari satu variabel deret waktu (*univariate*) untuk prediksi. Pembentukan model ARIMA melibatkan tiga langkah utama, yaitu identifikasi, penaksiran dan pengujian, serta pemeriksaan diagnostik. Model ARIMA dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu model *Auto-Regressive* (AR), model *Moving Average* (MA), dan model gabungan ARIMA yang menggabungkan karakteristik dari kedua model

sebelumnya[11]. Sehingga, hipotesis dalam penelitian ini adalah bahwa model ARIMA-ANFIS dengan optimasi ABC mampu memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan model ARIMA atau ANFIS tunggal.

Namun demikian, dalam konteks permintaan darah, seringkali terjadi fluktuasi yang tidak terduga akibat berbagai faktor eksternal, seperti bencana alam, musim endemi demam berdarah dengue (DBD), atau kecelakaan lalu lintas massal. Fluktuasi semacam ini menimbulkan pola non-linier yang sulit ditangkap hanya dengan model ARIMA yang bersifat linier. Sehingga dilakukan pemodelan ANFIS untuk mengatasi pola tersebut. ANFIS adalah kombinasi dari sistem inferensi *fuzzy* yang diintegrasikan pada struktur jaringan saraf tiruan. Sistem inferensi yang diterapkan merupakan sistem inferensi *fuzzy* pemodelan Takagi-Sugeno-Kang (TSK) dengan mempertimbangkan aspek kesederhanaan dalam komputasi. Keunggulan dari pendekatan *Neuro-Fuzzy* adalah kemampuan berpikir seperti manusia dari sistem *fuzzy*, ditambah dengan kekuatan komputasional dan kemampuan pembelajaran tingkat rendah yang dimiliki oleh *Neural Network*, sehingga lebih efektif untuk menangani prediksi pada pola non-linear. Struktur jaringan ANFIS terdiri dari lima lapisan, yaitu lapisan *fuzzifikasi input*, operasi logika *fuzzy*, *normalized firing strength*, *defuzzifikasi*, dan lapisan *output*[12].

Kombinasi dari metode ARIMA-ANFIS bertujuan untuk memanfaatkan kelebihan dan mengurangi tingkat kesalahan (*error*) dari masing-masing model, serta dapat mengatasi masalah heteroskedastisitas pada data. Selain itu, penelitian ini memiliki kebaruan pada penerapan optimasi *Artificial Bee Colony* (ABC) dalam melakukan prediksi permintaan darah menggunakan ARIMA-ANFIS. ABC merupakan suatu algoritma optimasi yang terinspirasi oleh perilaku lebah dalam mencari sumber makanan secara kolektif untuk menemukan saolusi optimal. Salah satu keunggulan utama dari ABC adalah penggunaan jumlah parameter kontrol yang lebih sedikit, sehingga lebih efisien dalam proses optimasi. Dengan penerapan algortima ABC diharapkan dapat menentukan model yang paling optimal dalam memprediksi permintaan darah.

Selain itu, penelitian ini juga menyertakan pembuatan sistem antarmuka pengguna (GUI) yang dapat mempermudah pemahaman informasi dan analisis hasil prediksi. GUI memungkinkan hasil model diintegrasikan ke dalam sistem

yang lebih praktis dan mudah digunakan, khususnya bagi pengguna yang tidak memiliki keahlian dalam analisis data. Selain itu, analisis dapat diperoleh secara langsung oleh pengguna tanpa memerlukan pemahaman teknis dalam pemodelan. Penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi dalam memprediksi permintaan darah, tetapi juga memberikan solusi yang lebih mudah untuk pengambilan keputusan berbasis data.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah disampaikan, sehingga dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana penerapan metode ARIMA-ANFIS dengan optimasi ABC untuk memprediksi permintaan darah di UTD Kota Surabaya?
- 2) Bagaimana hasil evaluasi kinerja dari metode ARIMA-ANFIS dengan optimasi ABC?
- 3) Bagaimana hasil prediksi permintaan darah UTD Kota Surabaya menggunakan metode ARIMA-ANFIS dengan optimasi ABC?
- 4) Bagaimana perancangan sistem antarmuka pengguna (GUI) pada prediksi permintaan darah menggunakan metode ARIMA-ANFIS dengan optimasi ABC?

1.3. Batasan Masalah

Cakupan dari permasalahan ini digunakan untuk memastikan permasalahan yang dianalisis dapat terorientasikan dan terfokus sehingga pelaksanaannya dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, sebagai berikut:

- 1) Data yang dimanfaatkan adalah data mengenai jumlah permintaan darah pada masa periode Januari 2011 hingga Desember 2023.
- 2) Data yang digunakan sebagai acuan berasal dari situs website Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surabaya.
- 3) Pengukuran akurasi error menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah Menerapkan metode ARIMA-ANFIS dengan optimasi *Artificial Bee Colony* untuk prediksi permintaan darah UTD Kota Surabaya. Serta, mengetahui hasil Prediksi permintaan darah di UTD PMI Kota Surabaya menggunakan Metode ARIMA-ANFIS dengan optimasi *Artificial Bee Colony*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini, yaitu:

1. Manfaat teoritis

Manfaat teoritis pada penelitian ini adalah pemahaman yang lebih mendalam tentang penerapan ilmu pengetahuan pada bidang sains data, statistika, *machine learning*, dan kecerdasan buatan khususnya dalam analisis *time series* dan prediksi data menggunakan metode ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) dan ARIMA (*Autogressive Moving Average*) dengan optimasi *Artificial Bee Colony* (ABC).

2. Manfaat Praktis

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dan pengetahuan penulis khususnya dalam bidang ilmu statistika dan *machine learning* dalam memprediksi data permintaan darah menggunakan Metode ARIMA-ANFIS dan optimasi ABC.
- 2) Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk menjadi inovasi akademis bagi peneliti berikutnya yang ingin mengembangkan Metode ARIMA-ANFIS dan optimasi ABC pada bidang kesehatan maupun bidang lain yang melibatkan analisis deret waktu.
- 3) Penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi UTD PMI Kota Surabaya untuk memberikan informasi terkait permintaan darah kedepan untuk membantu UTD PMI Kota Surabaya sebagai strategi untuk memastikan ketersediaan darah.