

# **PREDIKSI RENTET WAKTU JUMLAH PENUMPANG BANDARA MENGUNAKAN ALGORITMA NEURAL NETWORK BERBASIS GENETIC ALGORITHM**

**Mohamad Ilyas Abas<sup>1</sup>, Abdul Syukur<sup>2</sup>, Moch. Arief Soeleman<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>Pascasarjana Teknik Informatika Universitas Dian Nuswantoro

## **ABSTRAK**

*Prediksi terhadap jumlah penumpang dilakukan guna memberikan informasi kepada manajemen bandar udara Djalaluddin Gorontalo. Informasi yang diberikan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan pengelolaan dari segi infrastruktur sarana dan prasarana dari pihak bandara. Hasil prediksi terhadap jumlah penumpang tahun mendatang akan memberikan informasi kepada pihak bandara agar dapat meningkatkan pelayanan yang lebih maksimal terhadap penumpang. Untuk itu, perlu adanya prediksi terhadap pertumbuhan jumlah penumpang salah satunya yaitu dengan penerapan salah satu algoritma dalam data mining. Penerapan algoritma Neural Network menjadi salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi. Serta penerapan Neural Network Backpropagation sebagai proses pelatihan untuk data time series. Penambahan Algoritma Genetika untuk melakukan optimasi dapat memperkecil nilai Root Mean Squared Error (RMSE). RMSE terkecil akan menambah keakuratan dalam melakukan prediksi. Nilai RMSE yang didapat pada penelitian ini yaitu 0.092. Dengan parameter Neural Network Hidden Layer: 10, Training Cycles, 22, Learning Rate: 0.10982546098949762 dan Momentum: 0.1 serta parameter optimasi Max Generations: 50, Population Size: 50, Mutation Type: Gaussian\_mutation, Selection Type: Roulette Wheel, dan Crossover Probability: 0.9. Kombinasi NN+GA ini terbukti menghasilkan RMSE terkecil untuk sehingga dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap jumlah penumpang bandara di Gorontalo.*

*Kata kunci: Jumlah Penumpang, Neural Network, Backpropagation, Genetic Algorithm, RMSE*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Bandar udara merupakan sarana transportasi udara yang paling banyak diminati saat ini. Awalnya sarana transportasi ini hanya untuk kalangan menengah atas. Seiring berjalannya waktu sarana transportasi ini sudah banyak diminati seluruh kalangan menengah atas maupun bawah. Untuk itu, dibutuhkan pelayanan yang sebaik-baiknya baik dari segi sarana prasarana, lokasi, maupun pelayanan terhadap penumpang. Jumlah penumpang yang berkembang setiap tahunnya harusnya dapat menjadi perhatian untuk memberikan fasilitas, sarana dan prasarana bagi penumpang khususnya bandara Djalaluddin Gorontalo. Dibuktikan dengan data jumlah penumpang dari tahun 2010 yang berjumlah 272.835, di tahun 2011 mencapai 339.088, di tahun 2012 mencapai 373.538, kemudian di tahun 2013 berjumlah 432.751, pada tahun 2014 jumlah berkurang menjadi 389.837 dan di tahun 2015 mencapai jumlah 488.282 penumpang bandar udara Djalaluddin Gorontalo. Untuk itu perlu adanya prediksi terhadap jumlah penumpang untuk tahun mendatang agar permasalahan tersebut dapat diatasi.

Jumlah penumpang di bandara Djalaluddin Gorontalo untuk tiap tahunnya terus bertambah dari tahun 2010 sampai 2015 totalnya berjumlah 2.296.331 orang [1]. Untuk itu perlu adanya prediksi terhadap jumlah penumpang bandara untuk tiap tahunnya agar penyediaan fasilitas, sarana dan prasarana dapat diantisipasi. Penelitian tentang prediksi ini sebelumnya [2] tentang Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Terbang di Pintu Kedatangan Bandar Udara Internasional Lombok dengan Metode ARIMA Box-Jenkins, ARIMAX, dan Regresi Times Series dengan membandingkan ketiga metode tersebut dan

mendapat model terbaik dalam peramalan. Dataset yang digunakan dari tahun 2003 sampai 2013 dan peramalan dilakukan untuk tahun 2014 berdasarkan penumpang keberangkatan domestik.

Penelitian telah dilakukan oleh [3] tentang Model Prediksi Rentet Waktu Penjualan Minuman Kesehatan Berbasis *Neural Network*. Algoritma yang digunakan yaitu *Neural Network Backpropagation* untuk minuman kesehatan D'Bean Kacang Hijau Thailand. Hal tersebut diperlukan agar supaya produk yang dijual dapat dilakukan pengawasan terhadap masa kadaluarsa dari produk itu sendiri. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa nilai *RMSE* validasi yang ditentukan oleh sedikit kesalahan maka akan semakin mendekati keakuratan penjualan minuman kesehatan, dengan *RMSE* terkecil mencapai 0.152. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan model *NNBP* mampu memprediksi bisnis penjualan minuman kesehatan secara akurat.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh [4] yaitu melakukan Prediksi Arus Lalu Lintas Jangka Pendek Menggunakan Optimasi *Neural Network* Berbasis *Genetic Algorithm*. Penelitian tersebut dilakukan untuk mendapatkan data arus lalu lintas sehingga dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam manajemen lalu lintas di jalan raya. Algoritma yang digunakan yaitu *Neural Network* dan dilakukan optimasi menggunakan *Genetic Algorithm* sehingga dapat meminimalkan nilai *Root Mean Squared Error (RMSE)*. Karena dengan penerapan algoritma *Neural Network* nilai *RMSE* yang dihasilkan 108.780 sedangkan dengan melakukan optimasi menggunakan *Genetic Algorithm* terbukti nilai *RMSE* dapat diminimalkan menjadi 106.016.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh [5] yaitu melakukan Optimasi terhadap Parameter *Neural Network* Pada Data Time Series Rata-rata Kekuatan Gempa Per Periode di Maluku Utara. Penelitian tersebut dilakukan guna mengantisipasi bencana alam yang akan datang sehingga dapat meminimalisir kerusakan maupun korban jiwa akibat gempa. Penelitian ini membanding model ARIMA dan Kombinasi *Neural Network*-Algoritma Genetika (NN-GA) untuk memprediksi rata-rata kekuatan gempa bumi setiap bulan khususnya di daerah Maluku Utara. Data yang digunakan diambil dari badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Ternate. Hasil peramalan dari kedua model yang dibandingkan berdasarkan nilai *Mean Square Error (MSE)* yang terkecil. Hasil peramalan dari model ARIMA memperoleh nilai MSE sebesar 1.0125 sedangkan pada model NN-GA diperoleh nilai *MSE* yang lebih kecil yaitu 0.9196. Jadi, dari hasil perbandingan tersebut terlihat bahwa model terbaik untuk peramalan yang dilakukan yaitu menggunakan NN-GA.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh [6] tentang prediksi *time series* terhadap suhu menggunakan *Backpropagation* dan Teknik Algoritma Genetika. Algoritma yang digunakan yaitu *Neural Network Backpropagation* dengan Algoritma Genetika untuk melakukan peramalan yang akurat terhadap suhu yang akan berguna untuk sektor pertanian dan industri. Hasil yang ditunjukkan parameter pada Algoritma Genetika yang digunakan yaitu pada *Population Size: 90, Hidden Layer: 3, Iterations: 220* memperoleh nilai *MAPE* terkecil yaitu 0.42. Epoch yang diuji 200, 400 dan 600 didapatkan nilai *error* terkecil pada epoch 400. Dari hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa *Neural Network Backpropagation* digabungkan dengan Algoritma Genetika baik untuk data *time series*.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh [7] tentang "*Application Of Genetic Algorithm To Neural Network Forecasting Of Short-Term Water Demand*". Penelitian tersebut melakukan prediksi terhadap kebutuhan air jangka pendek dengan menggunakan *Neural Network* dan *Genetic Algorithm*. Metode *Neural Network* digunakan untuk mempelajari pola dari data *time series* tersebut. Berdasarkan hasil yang didapat pada penerapan metode *Neural Network Backpropagation* dengan *Genetic Algorithm* menghasilkan hasil prediksi yang dekat dengan data aktual.

Berangkat dari penelitian tersebut peneliti akan melakukan pola yang sama terhadap jumlah penumpang dengan menggunakan algoritma *Neural Network* dengan optimasi berbasis *Genetic Algorithm* untuk menghitung jumlah penumpang untuk tahun yang akan datang dari data akumulasi kedatangan maupun keberangkatan. Algoritma ini bekerja dengan mempelajari data jumlah penumpang bandar udara pada tahun sebelumnya untuk memprediksi tahun berikutnya. Sehingga, manajemen dari bandara Djalaluddin Gorontalo dapat memperhitungkan kelayakan infrastruktur fasilitas, sarana dan prasarana dengan hasil prediksi tersebut agar pelayanan bandara dapat ditingkatkan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut tentang peramalan jumlah penumpang bandara dengan menggunakan metode statistika ARIMA Box-Jenkins, ARIMAX, dan Regresi Times Series, peneliti akan melakukan pola yang sama dengan algoritma berbeda yaitu *Neural Network* berbasis *Genetic Algorithm* untuk melakukan prediksi jumlah penumpang bandara Djalaluddin Gorontalo.

### 1.3. Tujuan

Penerapan algoritma *Neural Network* berbasis *Genetic Algorithm* untuk memprediksi jumlah penumpang di bandara Djalaluddin Gorontalo. Dan dengan hasil prediksi akan dapat membantu pihak bandara dalam merencanakan pengembangan infrastruktur bandar udara Djalaluddin Gorontalo.

### 1.4. Manfaat

Diharapkan dengan penelitian yang dilakukan

- a. Mendapatkan model/pola algoritma *Neural Network* terbaik dengan optimasi *Genetic Algorithm* yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang akan datang.
- b. Dapat meningkatkan pengelolaan bandara untuk meningkatkan pelayanan, infrastruktur sarana dan prasarana agar dapat berkembang dengan baik.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penelitian Terkait

Penelitian sebelumnya yang membahas tentang prediksi/peramalan dengan beberapa metode telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [4] tentang “Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Terbang di Pintu Kedatangan Bandar Udara Internasional Lombok dengan Metode ARIMA Box-Jenkins, ARIMAX, dan Regresi Time Series”. Dari ketiga metode itu didapatkan model terbaik untuk peramalan menggunakan kriteria RMSE, MAPE, SMAPE sebagai tolak ukur ARIMA Box-Jenkins yaitu RMSE: 4256,350378, MAPE: 0,043989529, SMAPE: 0,260174675, ARIMAX yaitu RMSE: 4445,003949, MAPE: 0,044740956, SMAPE: 0,261175133, Regresi *Time Series* yaitu RMSE: 6406,600093, MAPE: 0,063711830, SMAPE: 0,390695638. Dengan uji coba ketiga metode ini didapatkan model terbaik untuk melakukan peramalan yaitu ARIMA Box-Jenkins karena memiliki nilai RMSE, MAPE dan SMAPE minimum dibandingkan yang lain.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [3] tentang Model Prediksi Rentet Waktu Penjualan Minuman Kesehatan Berbasis *Neural Network*. Penelitian menitik beratkan pada arsitektur terbaik dengan menggunakan *neural network*, dimana setting parameter *neural network* dengan menggunakan jumlah *hidden layer* tidak lebih dari jumlah input maupun output. Empat tahapan yang dilakukannya yaitu *adjustment parameter, model, object* dan *measurement*. Parameter yang digunakan meliputi *learning rate, momentum* dan *neuron size*. Model yang dipakai dalam eksperimen ini adalah *neural network with backpropagation*. Objek yang diteliti adalah prediksi rentet waktu bisnis penjualan minuman kesehatan. Sedangkan pengukuran menggunakan RMSE (*Root Mean Squared Error*). Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, maka didapatkan model terbaik untuk prediksi dengan arsitektur *training cycles: 300, learning rate: 0.3, momentum: 0.7, jumlah hidden layer: 1, dan size hidden layer: 23*, tingkat RMSE yang rendah yaitu 0,152. Dan *error* yang dihasilkan dari hasil pengujian tersebut sebesar 0.0189%. Hal tersebut menunjukkan *neural network* dengan algoritma pembelajaran *backpropagation* dapat menghasilkan model rentet waktu untuk prediksi secara akurat.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [4] tentang “Prediksi Data Lalu Lintas Jangka Pendek Menggunakan Optimasi Neural Network Berbasis *Genetic Algorithm*”. Dengan penerapan Algoritma Genetika untuk optimasi Neural Network didapatkan bahwa Nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* dapat diminimalkan dari Neural Network tanpa Algoritma Genetika sebesar 108.780 menjadi 106.016. Dari hasil penelitian itu terbukti bahwa Algoritma Genetika dapat memperkecil nilai *RMSE* sebesar 2,54%.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [5] tentang “Optimasi Parameter *Neural Network* Pada Data Time Series Untuk Memprediksi Rata-Rata Kekuatan Gempa Per Periode”. Dalam penelitiannya digunakan model ARIMA dan *Neural Network* - Algoritma Genetika untuk melakukan prediksi rata-rata kekuatan gempa bumi setiap bulan dengan objek penelitian di Maluku Utara. Hasil dari perbandingan tersebut didapat model terbaik untuk melakukan prediksi yaitu dengan *Neural Network* – Algoritma Genetika memperoleh nilai *Mean Square Error (MSE)* terkecil yaitu 0.9196, sedangkan untuk ARIMA mempunyai nilai *Mean Square Error (MSE)* sebesar 1.0125.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [5] yang melakukan prediksi *time series* terhadap suhu menggunakan *Backpropagation* dan Teknik Algoritma Genetika. Penelitian tersebut bertujuan untuk melakukan peramalan yang akurat terhadap suhu yang akan berguna untuk sektor pertanian dan industri karena sangat bergantung pada suhu. Algoritma yang digunakan yaitu *Neural Network Backpropagation* dengan Algoritma Genetika. Proses optimasi Algoritma Genetika dan pelatihan *Backpropagation* yang dilakukan baik dalam melakukan pelatihan terhadap jaringan saraf. Dari hasil yang ditunjukkan parameter pada Algoritma Genetika yang digunakan yaitu pada *Population Size: 90, Hidden Layer: 3, Iterations: 220* memperoleh nilai MAPE terkecil yaitu 0.42. Selanjutnya untuk epoch yang diuji 200, 400 dan 600 didapatkan nilai *error* minimum pada epoch 400. Dari hasil penelitian tersebut disebutkan bahwa *Neural Network Backpropagation* digabungkan dengan Algoritma Genetika baik untuk data *time series*. Algoritma yang digunakan tersebut dapat digunakan untuk melakukan prediksi data *time series* suhu.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [7] tentang “Application Of Genetic Algorithm To Neural Network Forecasting Of Short-Term Water Demand”. Penelitian tersebut melakukan prediksi terhadap kebutuhan air jangka pendek dengan menggunakan *Neural Network* dan *Genetic Algorithm*. Data yang digunakan yaitu kebutuhan air di kota Teheran. Untuk memperkirakan kebutuhan bulanan. Karena tren musiman dan bulanan dalam permintaan air sulit untuk melakukan peramalan. Jadi dibutuhkan metode *Neural Network* untuk mempelajari pola dari data *time series* tersebut. Penelitian tersebut dibuat untuk dapat melakukan kontrol terhadap pemakaian air, perencanaan dalam pengelolaan air dan limbah seperti penjadwalan pompa air, pengontrolan volume waduk, manajemen pemakaian air dan program konservasi air. Hal ini bermanfaat untuk membantu manajer dalam menurunkan kerentanan sistem dan pemakaian air secara berlebihan. Dari hasil yang didapat pada penerapan metode *Neural Network Backpropagation* dengan *Genetic Algorithm* menghasilkan hasil prediksi yang dekat dengan data aktual. Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dan analisis komparatif konsekuensi, telah ditemukan bahwa NNBP dengan GA telah secara konsisten untuk melakukan prediksi terhadap data *time series*. Ada 3 indikator keberhasilan dalam penerapan algoritma ini yaitu pilihan yang lebih baik dari variabel input, arsitektur jaringan saraf yang lebih baik dan yang lebih baik pemilihan data training.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [8] tentang “Artificial Neural Network and Time Series Modeling Based Approach to Forecasting the Exchange Rate in a Multivariate Framework”. Penelitian ini menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)* dan model ekonometrik dengan model data *multivariate* untuk melakukan prediksi nilai tukar dolar rupee US India. Data penelitian ini didasarkan pergerakan US India setiap harinya. Algoritma yang digunakan penerapan dua metode yaitu *Multi Layer Feed Forward Neural Network (MLFFNN)* dan *Nonlinear Autoregressive model with Exogenous Input (NARX)* termasuk penggunaan algoritma *Backpropagation* cukup baik apabila digunakan terhadap data *non linear*. Dari hasil analisis ditemukan bahwa kinerja prediksi *MLFFNN* tidak tergantung pada jumlah neuron pada *hidden layer* tetapi lebih sensitif terhadap algoritma *Backpropagation*. Untuk model *NARX* baik jumlah *neuron* maupun algoritma pelatihan secara signifikan mempengaruhi kinerja. Hasil akhir yang diperoleh menunjukkan bahwa model *MLFFNN* dan *NARX* adalah metode yang lebih baik dalam hal efisiensi hasil prediktif.

Pada penelitian sekarang ini yang dilakukan yaitu dengan menerapkan pola algoritma tersebut digunakan untuk melakukan prediksi terhadap jumlah penumpang bandar udara Djalaluddin Gorontalo dengan *Neural Network* berbasis Algoritma Genetika. Dataset yang digunakan adalah jumlah penumpang dari tahun 2010 sampai 2015 sebagai analisis guna melakukan prediksi jumlah penumpang untuk tahun berikutnya. *Neural Network* digunakan untuk mencari pola terbaik untuk prediksi dan nilai *Root Mean*

*Squared Error (RMSE)* paling rendah. Dari hasil RMSE yang didapat akan dilakukan prediksi terhadap tahun berikutnya.

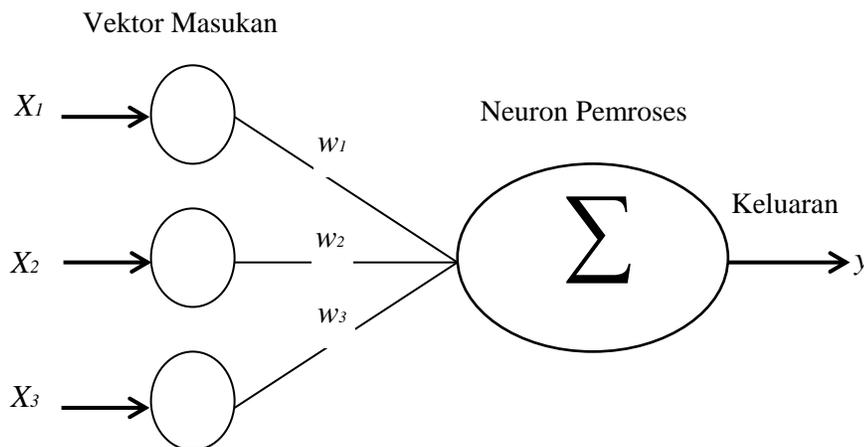
## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1 Analisis Rentet Waktu (*Time Series*)

Analisis Rentet Waktu (*Time Series*) merupakan serangkaian observasi terhadap suatu variabel yang diambil secara berurutan berdasarkan interval waktu yang tetap [9]. Rangkaian data pengamatan *time series* dinyatakan dengan variabel  $Z_t$  dimana  $t$  adalah indeks waktu dari urutan pengamatan.

### 2.2.2 Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*)

Jaringan Saraf Tiruan (*Neural Network*) merupakan metode yang polanya mengikut kerja dari sistem saraf manusia. Dimana pemrosesan utama sistem saraf manusia terletak pada otak. Bagian terkecil dari otak manusia yaitu sel saraf yang merupakan unit dasar untuk pemroses informasi. Unit ini disebut juga *neuron*. Ada sekitar 10 miliar neuron dalam setiap otak manusia dan sekitar 60 triliun koneksi antar *neuron* di dalam otak manusia tersebut [10]. Dengan menggunakan *neuron-neuron* tersebut secara simultan, otak manusia dapat memproses informasi secara paralel dan cepat, bahkan lebih cepat dari komputer tercepat saat ini. Berangkat dari analogi sistem kerja saraf otak tersebut *neural network* mengadopsinya menjadi sebuah algoritma. *Neural network* terdiri dari unit pemroses yang disebut *neuron* yang berisi *adder* dan fungsi aktivasi, sejumlah bobot dan sejumlah vektor masukan. Fungsi aktivasi berguna untuk mengatur keluaran yang diberikan oleh *neuron*. Seperti terlihat pada gambar 1 di bawah ini.

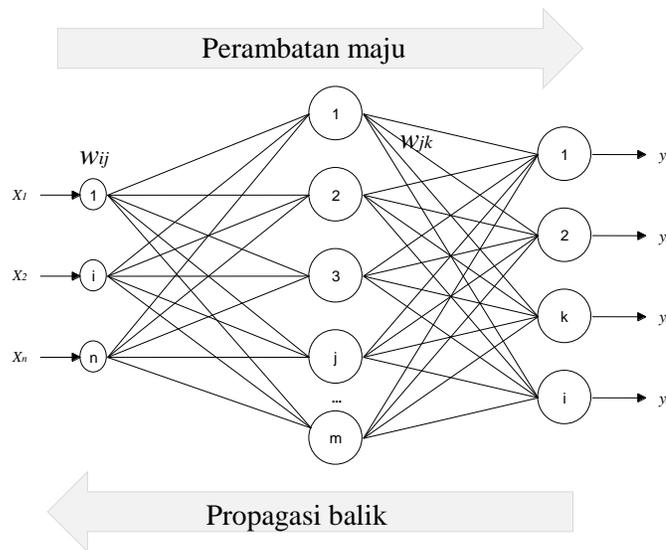


Gambar 1. Desain *Neural Network*

Gambar di atas menjelaskan bahwa vektor masukan terdiri dari sejumlah nilai yang diberikan sebagai nilai masukan pada *neural network*, vektor masukan terdiri dari 3 nilai ( $x_1, x_2, x_3$ ) sebagai fitur dalam vektor yang akan diproses dalam *neural network*, masing-masing nilai masukan melewati sebuah hubungan berbobot  $w$ , kemudian semua nilai digabungkan. Nilai gabungan tersebut kemudian diproses melalui *neuron* oleh fungsi aktivasi untuk menghasilkan sinyal  $y$  sebagai keluaran. Fungsi aktivasi menggunakan nilai ambang batas untuk membatasi nilai keluaran agar selalu dalam batas nilai yang ditetapkan.

### 2.2.3 Backpropagation

Algoritma paling populer saat ini yaitu *Backpropagation*. Tetapi kemudian diabaikan karena komputasi yang berat. Pada pertengahan 1980, algoritma ini kembali mengalami pembahasan lebih lanjut, cara pelatihan yang dilakukan sama dengan perceptron. Sebagian data latih sebagai data masukan diberikan pada jaringan. Jaringan akan menghitung data keluaran, jika ada *error* (perbedaan antara target keluaran yang diinginkan dengan nilai keluaran yang didapatkan) maka bobot pada jaringan akan diperbarui guna mengurangi *error* tersebut. Dalam penerapannya *neural network backpropagation* dapat dilihat pada arsitektur gambar di bawah ini. [11]



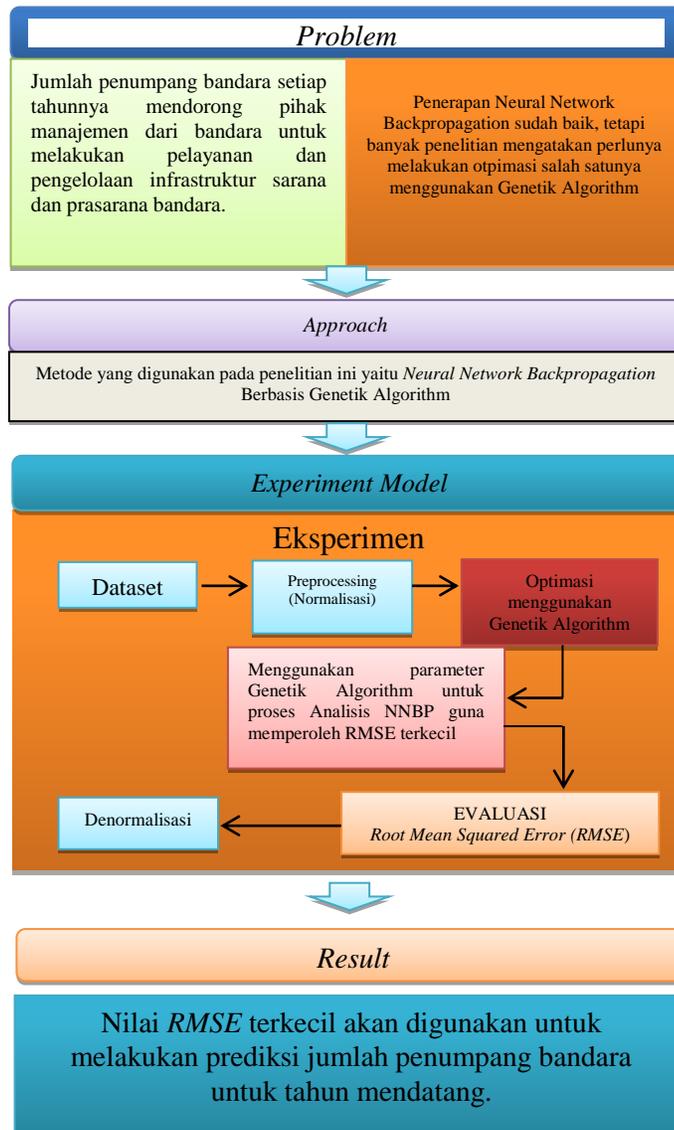
Gambar 2. Arsitektur *Neural Network Backpropagation*

### 2.2.4 Genetic Algorithm

Algoritma Genetikaa (*Genetic Algorithm*) yaitu proses komputasi untuk melakukan optimasi yang diperkenalkan pertama kali oleh John Holland dari Universitas Michigan tahun 1975. Algoritma Genetikaa merupakan suatu proses pencarian optimasi dalam pencarian acak. Dalam prosesnya algoritma ini dilakukan untuk proses seleksi secara alamiah atau dikenal sebagai proses evolusi dan operasi terhadap Genetikaa atas kromosom. Sehingga dalam penggunaannya dapat digunakan untuk mengoptimasi nilai *Root Mean Squared Error (RMSE)* terhadap Algoritma *Neural Network*. Algoritma ini memanfaatkan proses seleksi secara alamiah yang dikenal dengan proses evolusi dan operasi Genetikaa atas kromosom. [6]

### 2.3. Model Eksperimen

*Dataset* penumpang bandar udara yang digunakan yaitu dari tahun 2010 sampai tahun 2015 untuk rentet waktu tiap bulannya. Dengan data tersebut akan dilakukan normalisasi guna proses analisis NNBP karena metode ini hanya mengenal angka biner yaitu 0 sampai 1. Setelah itu dilakukan proses mengubah data dari bentuk *univariate* ke *multivariate* sebanyak 12 bulan untuk data satu tahun. Setelah itu parameter *Genetic Algorithm* akan ditentukan berdasarkan *Max Generation*, *Population Size*, *Mutation Type*, *Selection Type* dan *Crossover Probability*. Hasil dari parameter tersebut akan menghasilkan nilai *fitness* yang nantinya akan menjadi parameter dalam proses analisis berikutnya menggunakan metode NNBP. Dari hasil tersebut akan memperoleh *Root Mean Squared Error (RMSE)* yang akan digunakan untuk melakukan prediksi jumlah penumpang bandara untuk tahun mendatang.



Gambar 3. Model Eksperimen

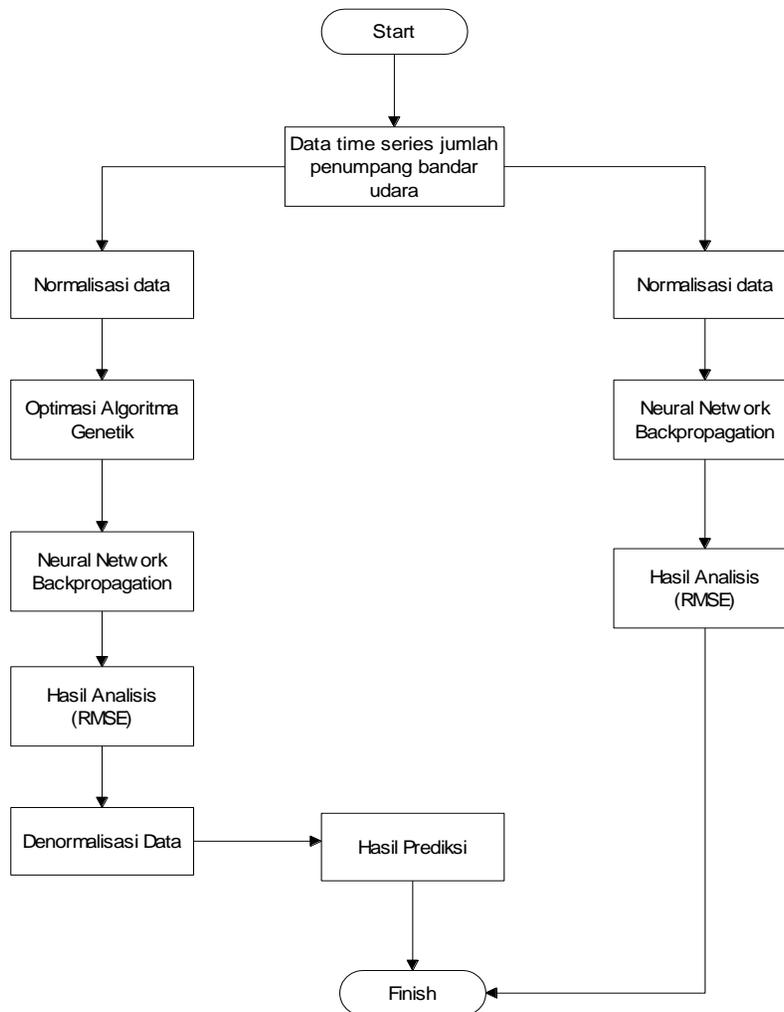
### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.

#### 3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di Dinas Perhubungan, Pariwisata dan Kominfo Provinsi Gorontalo. Data diperoleh dari salah satu pegawai pengolah data di bagian laut dan udara. Pengambilan data dilakukan secara langsung serta menjelaskan maksud dan tujuan pengambilan data untuk proses penelitian. Dari wawancara yang dilakukan dengan pemberi data, data yang direkap perbulannya dari tahun 2010 sampai tahun 2015 didapat dari laporan tiap bulan dari pihak bandara terhadap dinas Dinas Perhubungan, Pariwisata dan Kominfo Provinsi Gorontalo khususnya pada bagian laut dan udara. Dari pengumpulan data yang dilakukan terdapat rekapan jumlah penumpang untuk setiap bulannya mulai dari tahun 2010 sampai dengan 2015.

### 3.2. Metode Eksperimen dan Pengujian Model



Gambar 4. Model Penerapan *Neural Network* Berbasis *Genetic Algorithm*

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Neural Network Backpropagation* dengan melakukan analisis terhadap data *time series* penumpang bandar udara. Untuk mendapatkan nilai *RMSE* terkecil optimasi dilakukan dengan menambah algoritma Genetika. Pada gambar 3.1 dibawah ini menjelaskan tahapan penelitian yang akan dilakukan. Dengan data *time series* jumlah penumpang bandar udara Djalaluddin Gorontalo sebanyak 72 record. kemudian data tersebut diubah dari *univariate* ke *multivariate* model. Hal tersebut dilakukan untuk pengolahan data menggunakan *Neural Network Backpropagation*. Data tersebut diubah menjadi *multivariate* model dari  $(x_1, x_2, \dots, x_{12})$  karena diasumsikan bahwa dalam satu tahun memiliki 12 bulan. Dari proses perubahan model data ke *multivariate* tersebut barulah kemudian data akan diolah menggunakan metode *neural network backpropagation* untuk mendapatkan nilai *RMSE* yang terkecil. Setelah penerapan algoritma tersebut, dalam prosesnya akan ditambahkan salah satu algoritma optimasi yaitu algoritma Genetika dengan parameter *Max Generations*, *Population Size*, *Mutation Type*, *Selection Type* dan *Crossover Probability*. Diharapkan dengan penambahan parameter untuk mencari nilai *fitness* terbaik akan memperoleh nilai

*RMSE* terbaik yang didapat dari proses analisis yang hanya menggunakan *neural network* akan dapat dioptimasi. Sehingga, dapat meningkatkan *performace* untuk mengurangi nilai *RMSE*. Nilai *RMSE* yang kecil akan membuat penerapan algoritma ini akan mencapai keakuratan dalam melakukan prediksi. Sebelum melakukan proses pelatihan terlebih dahulu mempelajari pola data *univariate* seperti terlihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Pola *Univariate Time Series* [12]

Pattern/ Pola	Input Lag/ Masukan	Output/ Target
1	$X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_p$	$x_{p+1}$
2	$X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_p$	$x_{p+2}$
3	$X_3, X_4, X_5, X_6, \dots, X_p$	$x_{p+3}$
.	....	
.	.....	
m-p	$X_{m-p}, X_{m-p+1}, X_{m-p+2}, \dots, X_{m-1}$	$X_m$

Pola *univariate* yang dilakukan dari tahun 2010 sampai 2015 untuk seluruh *dataset* dari bulan januari sampai desember dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Data *Time Series Univariate*

Tahun	Bulan	Pola
2010	Januari-Desember	$X_1, X_2, X_3, \dots, X_{12}$
2011	Januari-Desember	$X_{13}, X_{14}, \dots, X_{24}$
2012	Januari-Desember	$X_{25}, X_{26}, X_{27}, \dots, X_{36}$
2013	Januari-Desember	$X_{37}, X_{38}, X_{39}, \dots, X_{48}$
2014	Januari-Desember	$X_{49}, X_{50}, X_{51}, \dots, X_{60}$
2015	Januari-Desember	$X_{61}, X_{62}, X_{63}, \dots, X_{72}$

Tabel 2 di atas merupakan data *univariate* jumlah penumpang dari tahun 2010 sampai 2015. Dimana data tersebut terdiri dari 72 *record* secara keseluruhan. Selanjutnya model data *univariate* tersebut akan diubah dengan model data *multivariate* yang akan digunakan untuk proses pelatihan seperti pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Proses Pengolahan Data *Multivariate*

Pola	Data masukan	Target
1	$X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_{12}$	$X_{13}$
2	$X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_{13}$	$X_{14}$
3	$X_3, X_4, X_5, X_6, \dots, X_{14}$	$X_{15}$
.	....	
.	....	
60	$X_{60}, X_{61}, X_{62}, X_{63}, \dots, X_{71}$	$X_{72}$

Tabel 2 dan 3 di atas menjelaskan bahwa setiap data masukan berjumlah 12 *record* data karena untuk setiap tahun terdiri dari 12 bulan. Data masukan yang dilatih akan mencapai target untuk bulan ke-13. Bulan ke-13 merupakan awal bulan pertama di tahun mendatang. Nantinya data bulan ke-2 sampai bulan ke-13 dan selanjutnya akan dilatih kembali untuk melakukan analisis terhadap bulan ke-14 sampai seterusnya sampai  $t(n)=60$ . Sehingga proses yang dilakukan akan terstruktur guna proses pelatihan *NNBP* yang akan dilakukan. Dari hasil tersebut akan didapatkan nilai *RMSE* terkecil dan hasil prediksi dari jumlah penumpang bandar udara. Selanjutnya, dari hasil tersebut dilakukan optimasi menggunakan

*Genetic Algorithm* terhadap parameter *Neural Network* dan parameter *Genetic Algorithm* itu sendiri guna memperkecil nilai *RMSE*.

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk melakukan prediksi terhadap jumlah penumpang bandar udara di Gorontalo. Penerapan *Neural Network* berbasis *Genetic Algorithm* dapat melakukan prediksi terhadap data *time series* jumlah penumpang bandara. Dataset yang digunakan yaitu dari tahun 2010 sampai 2015 untuk mendapatkan hasil prediksi untuk tahun mendatang. Model pertama yang digunakan yaitu dengan melakukan analisis terhadap parameter pada *Neural Network* untuk mencari *RMSE* terkecil. Setelah itu melakukan kombinasi Metode *Neural Network* dengan optimasi *Genetic Algorithm*. Dari hasil analisis yang dilakukan terbukti bahwa Optimasi *Genetic Algorithm* terhadap metode *Neural Network* dapat memperkecil nilai *RMSE* sehingga menambah keakuratan dalam melakukan prediksi. Kemudian proses selanjutnya yaitu perubahan dataset yang awalnya *univariate* akan diubah menjadi model *multivariate*. Hal ini dilakukan untuk membuat pola *Neural Network* dari pola masukan sampai ke target. Karena dalam satu tahun mempunyai 12 bulan, jadi pola *multivariate* yang dilakukan sebanyak 12 masukan dan 1 target. Dalam prosesnya menjadi  $(x_1, x_2, \dots, x_{12})$  sampai ke target. Target merupakan data pada bulan ke 13. Yakni bulan januari pada tahun 2011. Sehingga pola ini akan melakukan pembelajaran sebanyak 12x untuk 1 target *y* untuk tahun berikutnya. Proses ini dilakukan terus menerus untuk melakukan prediksi pada tahun-tahun berikutnya.

Tabel 4. Hasil Pengolahan *Neural Network*

<i>Hidden Layer (Neuron)</i>	Training Cycles	Learning Rate	Momentum	RMSE
8	500	0.3	0.2	0.154
8	300	0.3	0.2	0.137
8	300	0.1	0.2	0.129
8	300	0.1	0.1	0.124

Tabel 5. Hasil Perbandingan *Neural Network* dan *Genetic Algorithm*

<i>Neural Network</i>				
<i>Hidden Layer</i>	<i>Training Cycles</i>	<i>Learning Rate</i>	<i>Momentum</i>	<i>RMSE</i>
8	300	0.1	0.1	0.124
<i>Neural Network + Genetic Algorithm</i>				
<i>Hidden Layer</i>	<i>Training Cycles</i>	<i>Learning Rate</i>	<i>Momentum</i>	<i>RMSE</i>
10	22	0.10982546098949762	0.1	0.092

Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa *Neural Network* menggunakan optimasi *Genetic Algorithm* dapat memperkecil nilai *RMSE*. Dengan menggunakan *Neural Network* nilai *RMSE* sebesar 0.124, optimasi *Neural Network* Menggunakan *Genetic Algorithm* mengalami peningkatan dengan nilai *RMSE* sebesar 0.092. Dari hasil analisis yang telah dilakukan mengalami penurunan nilai *RMSE* sebesar 0.032.

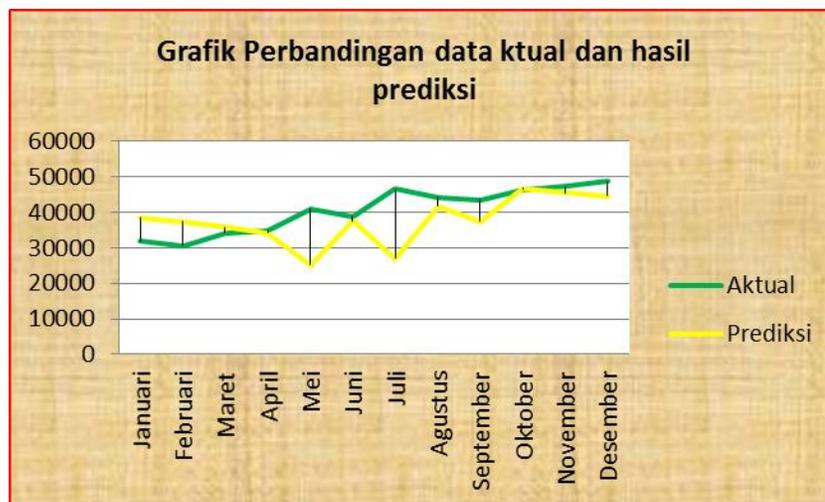
##### 4.2. Evaluasi

Berikut melakukan prediksi terhadap dataset 2015 dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. *Testing* terhadap Data Tahun 2015

Bulan	Aktual	Prediksi	Error
Januari	31802	38537	6735
Maret	34121	35738	1617
April	34957	34236	721
Juni	38944	37672	1272
Oktober	46429	46833	404
November	47299	45491	1808
....	.....	....	....
....	....	....	....
<b>TOTAL</b>	<b>488.282</b>	<b>452.071</b>	<b>36.211</b>

Dari analisis seperti yang terlihat pada tabel 6 dapat dilihat dalam grafik perbandingan antara prediksi terhadap data aktual pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Perbandingan

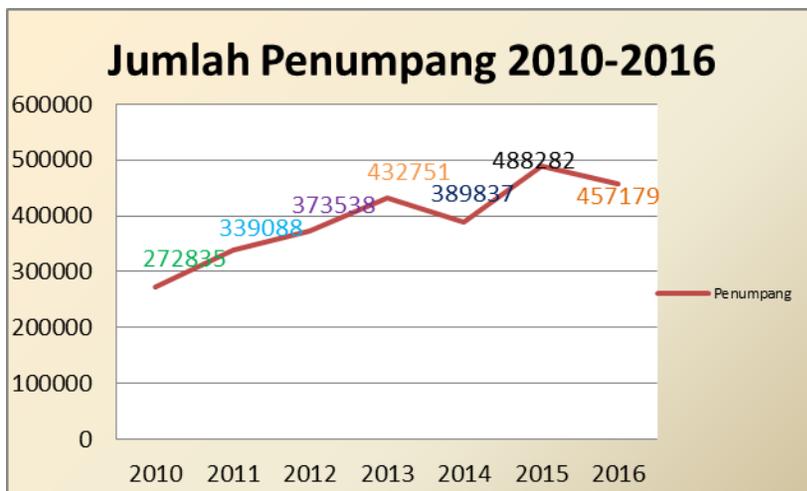
### 4.3. Pembahasan

Berdasarkan proses pelatihan terhadap neural network dan optimasi yang dilakukan menggunakan *Genetic Algorithm* maka didapat bahwa Optimasi yang dilakukan menggunakan GA dapat memperkecil nilai *Root Mean Squared Error (RMSE)*. Nilai *RMSE* yang didapat pada penelitian ini yaitu 0.092. Dengan parameter *Neural Network Hidden Layer: 10, Training Cycles, 22, Learning Rate: 0.10982546098949762 dan Momentum: 0.1* serta parameter optimasi *Max Generations: 50, Population Size: 50, Mutation Type: Gaussian\_mutation, Selection Type: Roulette Wheel, dan Crossover Probability: 0.9*. maka dari hasil pelatihan tersebut maka dilakukan predisi terhadap jumlah penumpang tahun 2016 seperti terlihat pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Prediksi Jumlah Penumpang Tahun 2016

Bulan	Jumlah Penumpang
Januari	47439
Februari	42019
...	...
....	....
Desember	31649

Dari hasil prediksi yang dilakukan pada tabel 7 di atas merupakan hasil prediksi untuk jumlah penumpang bandara Djalaluddin Provinsi Gorontalo untuk tahun 2016. Hasil prediksi tersebut didapat dengan melakukan kombinasi *Neural Network* dan optimasi *Genetic Algorithm*. Dengan demikian, jumlah penumpang bandara di tahun 2016 adalah 457.179. Hasil prediksi tersebut apabila ditambahkan dengan dengan total penumpang dari tahun 2010 sampai 2015 yang berjumlah 2.296.331 menjadi 2.753.510 penumpang bandara udara sampai tahun 2016. Berikut grafik jumlah penumpang bandara dari tahun 2010 sampai 2016 terlihat pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik Jumlah Penumpang (2010-2016)

Dari gambar 4.5 di atas menjelaskan bahwa terjadi lonjakan dari tahun 2010 sampai 2011 sebesar 66.253 penumpang. Tahun 2011 sampai 2012 mengalami kenaikan sebesar 34.450 penumpang. Pada tahun 2012 sampai 2013 juga mengalami kenaikan yaitu 59.213 penumpang. Dari tahun 2013 sampai 2014 jumlah penumpang berangsur turun dengan jumlah penurunan yaitu 42.914 dan pada tahun 2014 ke tahun 2015 mengalami kenaikan yang cukup signifikan sebesar 98.445 serta jumlah penumpang pada 2015 sampai 2016 yang merupakan hasil prediksi sedikit mengalami penurunan dari tahun 2015 yakni 31.103. Hal tersebut dapat menjadi perhatian terhadap pihak bandara dari segi jumlah penumpang tiap tahunnya. Berikut persentase kenaikan tiap tahunnya dari tahun 2010 sampai 2016 seperti terlihat pada tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8. Persentase jumlah penumpang (2010-2016)

Tahun	$x_n$	$x_m$	Kenaikan (+)/ penurunan (-)
2010-2011	272.835	339.088	(+) 66.253
2011-2012	339.088	373.538	(+) 34.450
2012-2013	373.538	432.751	(+) 59.213
2013-2014	432.751	389.837	(-) 42.914
2014-2015	389.837	488.282	(+) 98.445
2015-2016	488.282	457.179	(-) 31.103

Tabel 8 di atas menjelaskan bahwa dari tahun 2010 sampai 2016 mengalami naik turun untuk jumlah data tiap tahun. Prediksi yang dilakukan terhadap data tahun 2016 ternyata mengalami penurunan dari tahun 2015 tapi tidak terlalu signifikan yang hanya berkisar 31.103 jumlah penumpang. Dari proses

analisis yang dilakukan pada penelitian ini sebenarnya dapat dilakukan untuk prediksi tahun mendatang bukan hanya tahun 2016. Dengan pola yang sama seperti yang dilakukan saat ini, prediksi dapat dilakukan terhadap jumlah penumpang bandara Djalaluddin Gorontalo pada tahun 2017, 2018, 2019 sampai tahun yang diinginkan.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap prediksi jumlah penumpang bandara Djalaluddin Provinsi Gorontalo menggunakan *Neural Network* memperoleh *RMSE* sebesar 0.12 sedangkan *Neural Network* menggunakan GA memperoleh *RMSE* sebesar 0.092 dengan perbedaan *error* 0.032. Penambahan Algoritma Genetika untuk melakukan optimasi dapat memperkecil nilai *Root Mean Squared Error (RMSE)*. *RMSE* terkecil akan menambah keakuratan dalam melakukan prediksi. Parameter kombinasi yang didapatkan yaitu jumlah neuron pada hidden layer: 10, training cycles, 22, learning Rate: 0.10982546098949762 dan momentum: 0.1 serta parameter optimasi *max generations: 50, population size: 50, mutation type: gaussian\_mutation, selection type: roulette wheel, dan crossover probability: 0.9*. Kombinasi NN+GA ini terbukti menghasilkan *RMSE* terkecil untuk sehingga dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap jumlah penumpang bandara di Gorontalo.

### 5.2. Saran

- a. Karena metode *Neural Network* bergantung pada pola masukan, pola jaringan dan proses percobaan yang dilakukan terus menerus, maka perlu percobaan terhadap beberapa pola masukan untuk menemukan nilai *RMSE* terbaik untuk dataset yang sama.
- b. Percobaan terhadap data *record* yang banyak, misalnya untuk periode hari dan minggu untuk menggunakan gabungan algoritma ini.
- c. Proses analisis ini dapat digunakan pihak bandara Djalaluddin Gorontalo untuk melakukan prediksi jumlah penumpang pada tahun mendatang.
- d. Dengan hasil analisis yang dilakukan terjadi 4 kali kenaikan dan 2 kali penurunan tentunya hal ini dapat menjadi acuan terhadap pihak bandara Djalaluddin untuk menganalisis agar pengelolaan, infrastruktur sarana dan prasarana dari bandara itu sendiri.
- e. Pihak bandara dapat merencanakan pengelolaan bandara dengan analisis yang dilakukan pada penelitian ini.
- f. Pihak bandara harus melakukan pembenahan dari segi kapasitas, sarana prasarana, tempat parkir, daya tampung pesawat dan ruang tunggu penumpang jika suatu saat mengalami kenaikan signifikan pada tahun 2025.

## PERNYATAAN ORIGINALITAS

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa artikel ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing – masing telah saya jelaskan sumbernya “  
[MOHAMAD ILYAS ABAS - P31.2014.01682]

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Data penumpang bandar udara Djalaluddin Gorontalo, Dinas Perhubungan Provinsi Gorontalo, 2015.
- [2] Iqbalullah J., Peramalatan Jumlah Penumpang Pesawat Terbang di Pintu Kedatangan Bandar Udara Internasional Lombok dengan Metode ARIMA Box-Jenkins, ARIMAX, dan Regresi Time Series, ITS Surabaya, 2014.
- [3] Hartono D, Model Prediksi Rentet Waktu Penjualan Minuman Kesehatan Berbasis Neural Network, Jurnal Teknologi Informasi, Volume 9 Nomor 2 ISSN 1414-9999, 2013.

- [4] Rabiha S, Prediksi Data Lalu Lintas Jangka Pendek Menggunakan Optimasi Neural Network Berbasis Genetic Algorithm, Udinus, 2013.
- [5] Sultan M, Optimasi Parameter Neural Network Pada Data Times Series Untuk Memprediksi Rata-rata Kekuatan Gempa Per Periode, Brawijaya Malang, 2014.
- [6] Singh S, “Time Series based Temperature Prediction using Back Propagation with Genetic Algorithm Technique”, IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8 Issues 5, No.3, ISSN (Online): 1694-0814, 2011.
- [7] Varahrami V, “Application Of Genetic Algorithm To Neural Network Forecasting Of Short - Term Water Demand”, International Conference On Applied Economics - ICOAE, 2010.
- [8] Chaudhuri T, “Artificial Neural Network and Time Series Modeling Based Approach to Forecasting the Exchange Rate in a Multivariate Framework”, Journal Of Insuranced And Financial Management, Vol 1, Issue 5, 2016.
- [9] Wei, W. W. S, Time Series Analisis : Univariate and Multivariate, 2nd Edition. USA : Pearson Education.Inc. 2006.
- [10] Kusumadewi, S., & Purnomo, H, Penyelesaian Masalah Optimasi Menggunakan Teknik-teknik Heuristik. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2005.
- [11] Prasetyo E, “Mengolah data menjadi informasi menggunakan Matlab” Andi Yogyakarta, 2014.
- [12] Purwanto., dkk, “Improved Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System for HIV/AIDS Time Series Prediction”. ICIEIS, Part III, CCIS 253, pp. 1–13, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.