



## *Prediction of the Registrant Umrah Congregation using Backpropagation and Linear Regression at PT. Hajar Aswad Mubaroq*

### **Prediksi Jumlah Pendaftar Jemaah Umrah Menggunakan Backpropagation dan Regresi Linear pada PT. Hajar Aswad Mubaroq**

**M. Hayatul Fikri<sup>1\*</sup>, Inggih Permana<sup>2</sup>, Mediantiwi Rahmawita Mundzir<sup>3</sup>, Megawati<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

E-Mail: <sup>1</sup>12050317325@students.uin-suska.ac.id, <sup>2</sup>inggihpermana@uin-suska.ac.id,  
<sup>3</sup>medyantiwi.rahmawita@uin-suska.ac.id, <sup>4</sup>megawati@uin-suska.ac.id

Received May 3rd 2024; Revised Jun 25th 2024; Accepted Jun 30th 2024  
Corresponding Author: M. Hayatul Fikri

#### **Abstract**

*Umrah is the activity of visiting Baitullah (Ka'bah) in Makkah to perform certain acts of worship with certain conditions. PT Hajar Aswad Mubaroq is one of the Umrah travel agencies that is always ready to serve prospective Umrah pilgrims to worship the holy land. At this time PT Hajar Aswad Mubaroq is still doing manual predictions to calculate the predicted number of pilgrims who will leave for Umrah. One of the consequences of manually predicting the number of Umrah pilgrims accurately is the dispute over the number of airplane bookings which sometimes there are shortages and overbookings. In connection with that, this study aims to predict the number of Umrah pilgrims of PT Hajar Aswad Mubaroq using Machine Learning techniques to make it easier and minimize errors in booking planes, analyzing and making policies on existing data. Machine Learning techniques are Backpropagation and Linear Regression methods. The results showed the best performance for predicting the number of Umrah pilgrims registrants of PT Hajar Aswad Mubaroq using the Backpropagation algorithm with an RMSE value of 0.101 +/- 0.000, R<sup>2</sup> of 0.010 +/- 0.021 and MAPE of 19.74% in window size 8 trials.*

*Keyword: Backpropagation, Linear Regression, Machine Learning, Prediction, Umrah*

#### **Abstrak**

Umrah adalah perjalanan menuju Baitullah (Ka'bah) di Makkah yang dilakukan untuk melaksanakan serangkaian amal ibadah dengan memenuhi persyaratan-persyaratan khusus. PT Hajar Aswad Mubaroq adalah salah satu agen perjalanan umrah yang secara konsisten siap memberikan layanan kepada calon Jemaah Umrah untuk melakukan ibadah di tanah suci. Pada saat ini PT. Hajar Aswad Mubaroq masih melakukan prediksi manual untuk menghitung prediksi jumlah Jemaah yang akan berangkat umrah. Salah satu akibat dari prediksi manual jumlah pendaftar Jemaah umrah dengan akurat adalah perselisihan jumlah booking pesawat yang terkadang terdapat kekurangan dan kelebihan pemesanan. Sehubungan dengan itu penelitian ini bertujuan memprediksi jumlah Jemaah Umrah PT. Hajar Aswad Mubaroq menggunakan Teknik Machine Learning Agar meminimalkan kesalahan dalam pemesanan penerbangan dan meningkatkan efisiensi analisis serta pengambilan kebijakan terkait data yang ada. Teknik Machine Learning yaitu metode Backpropagation dan Regresi Linear. Hasil penelitian menunjukkan performa terbaik untuk prediksi jumlah pendaftar Jemaah umrah PT. Hajar Aswad Mubaroq yaitu menggunakan algoritma Backpropagation dengan nilai RMSE sebesar 0.101 +/- 0.000, R<sup>2</sup> sebesar 0.010 +/- 0.021 dan MAPE 19.74% pada percobaan window size 8.

Kata Kunci: Backpropagation, Machine Learning, Prediksi, Regresi Linear, Umrah

#### **1. PENDAHULUAN**

Umrah merupakan ibadah yang hampir serupa dengan ibadah haji yang wajib dilaksanakan bagi umat Muslim bagi yang mampu. Umrah yaitu perjalanan ke Baitullah (Ka'bah) di Makkah untuk melaksanakan amal ibadah dengan syarat-syarat tertentu [1][2]. Meningkatnya minat umat Muslim untuk menjalani ibadah umrah telah mendorong pertumbuhan jumlah penyedia layanan perjalanan umrah [2][3].

PT Hajar Aswad Mubaroq merupakan salah satu biro perjalanan umrah yang selalu siap melayani calon-calon Jemaah Umrah untuk beribadah ke tanah suci. Perkembangan teknologi diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kapabilitas perusahaan dalam pengelolaan data dan penyampaian informasi yang akurat [4]. PT. Hajar Aswad Mubaroq melakukan prediksi jumlah Jemaah umrah dengan tujuan agar perusahaan ini mempunyai acuan perkiraan Jemaah umrah yang akan melakukan pendaftaran pada periode selanjutnya, sehingga dapat memudahkan persiapan kebutuhan untuk Jemaah Umrah.

Pada saat ini PT. Hajar Aswad Mubaroq masih melakukan prediksi manual untuk menghitung prediksi jumlah Jemaah yang akan berangkat umrah dengan memanfaatkan data transaksi pembayaran uang muka pemberangkatan Umrah sebagai dasar prediksi, tentunya hal tersebut masih belum akurat karena jika hanya dengan melihat pembayaran uang muka apabila terjadi penambahan jemaah mendadak tidak akan terdeteksi. Salah satu akibat tidak bisa memprediksi jumlah Jemaah umrah dengan akurat adalah perselisihan jumlah booking pesawat yang terkadang terdapat kekurangan dan kelebihan pemesanan. Sehubungan dengan hal itu maka diperlukan pemanfaatan teknologi yang dapat memprediksi jumlah Jemaah Umrah pada periode yang akan datang [5][6].

Pada penelitian ini pemanfaatan teknologi untuk prediksi calon jama'ah Umrah dapat dilakukan dengan Teknik Machine Learning [7][8]. Salah satu teknik dalam bidang Machine Learning adalah jaringan syaraf tiruan, yang mengikuti cara kerja jaringan syaraf manusia dalam mengatasi masalah dengan memanfaatkan pola yang ditemukan dalam data historis sebagai bahan pembelajaran [9]. Metode yang umum digunakan dalam jaringan syaraf tiruan untuk tujuan prediksi, terutama dalam konteks peramalan, adalah metode Backpropagation [10]. Backpropagation adalah metode Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Network) yang cukup baik dalam penyelesaian masalah [11][12]. Kelebihan metode ini terletak pada kemampuannya dalam merumuskan pengalaman dan pengetahuan peramal, serta tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam mengakomodasi perubahan aturan prediksi [11][13]. Selain algoritma jaringan syaraf tiruan, metode yang juga digunakan untuk prediksi adalah Regresi Linear. Pemilihan Regresi Linear sebagai metode prediksi jumlah pendaftar jemaah umrah dalam penelitian ini didasarkan pada keunggulan model yang sederhana serta kemampuan estimasi yang baik dalam mengolah data berbasis *time series* [14].

Algoritma Backpropagation dan Regresi Linear merupakan algoritma yang biasa digunakan dalam melakukan prediksi dengan menggunakan metode *forecasting*. Metode *forecasting* akan menghasilkan sebuah estimasi peramalan masa depan dan dasar untuk perencanaan serta keputusan bisnis yang sehat [15]. Pada penggunaan algoritma Backpropagation membutuhkan pemilihan jaringan serta parameter pembelajaran dan juga pemodelan dalam penentuan inialisasi bobot awal yang jika nilai inialisasi bobot buruk maka membutuhkan waktu yang lama untuk memperoleh konvergensi. Sedangkan penggunaan algoritma regresi linear digunakan pada optimasi masalah dengan ruang pencarian yang sangat luas dan kompleks serta memungkinkan untuk mendapatkan nilai optimum [16].

Penelitian yang dilakukan oleh [17] menghasilkan metode Backpropagation menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan metode Regresi Linear Berganda. Hal ini ditunjukkan oleh nilai akurasi rata-rata MAPE sebesar 0,209 untuk Backpropagation, yang lebih rendah daripada nilai akurasi rata-rata MAPE sebesar 0,385 untuk Regresi Linear Berganda. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa algoritma Backpropagation memiliki keunggulan dalam hal akurasi prediksi. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh [18] menunjukkan Backpropagation mendapatkan akurasi yang lebih baik dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 7,28 dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) sebesar 0,55%, sementara penerapan Regresi Linear menghasilkan RMSE sebesar 9,04 dan MAPE sebesar 3,94%.

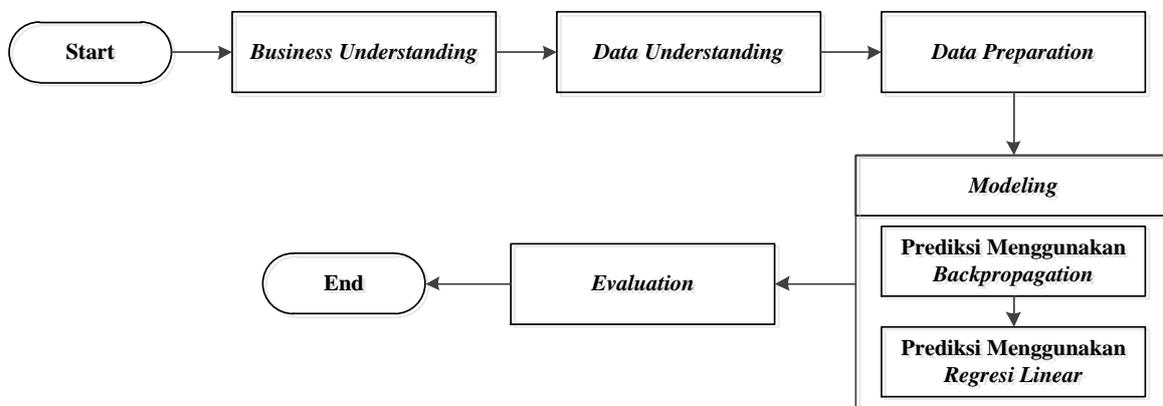
Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh [19] menghasilkan penerapan metode Regresi Linear lebih unggul dibandingkan dengan metode Backpropagation pada proses prediksi, dengan nilai RMSE sebesar 0.0481 untuk Regresi Linear dan 0.0830 untuk metode Backpropagation. Begitu juga dengan penelitian [20] Backpropagation menunjukkan peningkatan dan penurunan yang tidak signifikan, sementara Regresi Linear untuk kasus aktif menunjukkan peningkatan yang konsisten dengan penambahan kasus setiap harinya. Selanjutnya percobaan dilakukan oleh [21] dengan mengimplementasikan algoritma Regresi Linear dalam memprediksi harga beras memperoleh nilai RMSE 337.996 +/-0.000. dengan algoritma yang sama penelitian yang dilakukan oleh [22] Diperoleh tingkat akurasi Regresi Linier sebesar 95%, dengan nilai ambang batas (*threshold*) sebesar 30 rupiah.

Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan membandingkan algoritma Regresi Linier dan *Backpropagation* dalam memprediksi jumlah pendaftar jemaah umrah di PT. Hajar Aswad Mubaroq yang difokuskan pada analisis tingkat akurasi estimasi yang dihasilkan oleh masing-masing algoritma. Sehingga, dapat mempermudah proses pemesanan tiket pesawat, melakukan analisis data, dan membuat keputusan yang dari informasi yang ada.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi pada penelitian ini menerapkan *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) merupakan metodologi yang biasa digunakan untuk memproses model data mining. CRISP-

DM meliputi enam tahapan, yakni *business understanding*, *data understanding*, *data preparation*, *modeling*, *evaluation*, dan *deployment* [23][24]. Pada penelitian ini, tahapan metodologi CRISP-DM yang diterapkan hanya lima tahapan. Tahapan CRISP-DM yang diterapkan untuk memprediksi jumlah jemaah umrah di PT. Hajar Aswad Mubaroq menggunakan Backpropagation dan Regresi Linear dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Metodologi Penelitian

### 2.1. *Business Understanding*

Tahap pertama dalam CRISP-DM yaitu *business understanding*, mencakup empat hal yaitu mengidentifikasi tujuan bisnis; menilai situasi; menentukan tujuan penambangan/ analisis data; dan membuat rencana penelitian. Tahapan *business understanding* bertujuan memperjelas maksud dan kerangka dari penelitian dalam memprediksi jumlah pendaftar jemaah umrah PT. Hajar Aswad Mubaroq dengan memanfaatkan algoritma Backpropagation dan Regresi Linear. Tujuan utamanya adalah agar hasil penelitian memberikan manfaat yang signifikan bagi PT. Hajar Aswad Mubaroq.

### 2.2. *Data Understanding*

Tahapan selanjutnya yaitu *data understanding* yang mempunyai fase *data understanding* mencakup empat fase, yaitu: mengumpulkan data; mendeskripsikan data; mengeksplorasi data; dan memverifikasi kualitas data. Pada tahap pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan diperoleh dari pihak ketiga atau termasuk kategori data sekunder. Data didapat dari PT. Hajar Aswad Mubaroq Cabang Riau merupakan data jumlah pendaftar umrah tahun 2015 hingga 2023 dari bulan Januari sampai Desember setiap tahunnya. Dari data yang diperoleh relevan untuk keperluan prediksi, sehingga peneliti dapat melakukan prediksi jumlah pendaftar jemaah umrah.

### 2.3. *Data Preparation*

Tahapan selanjutnya yaitu *data preparation*, yang terdiri dari lima tahapan persiapan data yang mencakup seleksi data; pembersihan data; pembangunan data; integrasi data; dan pemformatan data. *Data preparation* bertujuan untuk mempersiapkan data atau *preprocessing data* yang digunakan dalam penelitian. Dimana tahap ini terdiri dari *cleaning data*, *transformasi data*, dan *windowing*. Tahap *cleaning* yang dilakukan eliminasi data duplikat, pengecekan konsistensi data, dan koreksi kesalahan yang terdapat dalam *dataset*. Pada tahap ini juga dilakukan penghapusan data-data *missing value*, redundan dan pecilan untuk mencegah terjadinya anomali baik dalam penambahan, penghapusan, maupun perubahan data. Sedangkan, adalah proses mengubah data terpilih menjadi representasi numerik agar sesuai dan dapat digunakan dalam proses prediksi. Proses *windowing* data merupakan proses menyusun struktur data *time series* yang ada untuk mengurangi kesalahan aproksimasi, seperti jarak Euclidean, antara hasil aproksimasi dan deret waktu sebenarnya, sehingga dapat membuat prediksi yang lebih akurat untuk periode waktu yang akan datang.

### 2.4. *Modeling*

Tahap selanjutnya yaitu *modeling* di mana pada tahap ini dilakukan pemodelan dari machine learning berupa penentuan teknik data mining, alat bantu, dan algoritma yang digunakan. Pada penelitian ini, akan dilakukan prediksi menggunakan algoritma Backpropagation dan Regresi Linear menggunakan *tools* RapidMiner. Dalam penelitian ini, pencarian parameter yang optimal untuk meningkatkan kinerja model dilakukan melalui metode *Grid Search*. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi kinerja model secara komprehensif mengingat ketergantungan kinerja pada pembagian data. Setelah melakukan serangkaian eksperimen, *Grid Search* akan menentukan parameter terbaik yang ditemukan [25]. Adapun parameter algoritma dapat dilihat pada Tabel 1 parameter yang digunakan merujuk pada penelitian [26] dan [27].

**Tabel 1.** Parameter Algoritma

No	Algoritma	Information		
		Parameter	Mark / Number / Symbol	Pengukuran Performa
1	Backpropagation	Hidden Layer	2,4,6,8	RMSE, MAPE, R2
		Activation	Sigmoid	
		Solver	Adam	
		Learning Rate	00.05	
		Maximal Number of Iteration (Epoch)	1000	
2	Regresi Linear	Maksimal Error	0.001	
		Min Tolerance	0.005	

#### 2.4.1 Backpropagation Neural Network (BPNN)

Pada tahun 1974, Paul Werbos memperkenalkan Backpropagation Neural Network (BPNN) untuk pertama kalinya, diikuti dengan penemuan kembali oleh David Parker pada tahun 1982. Selanjutnya, tahun 1986 dipopulerkan kembali oleh Rumelhart dan McClelland. BPNN adalah suatu algoritma pembelajaran yang memanfaatkan jaringan *multilayer*, yang dapat digunakan untuk tujuan prediksi maupun klasifikasi [27]. Jaringan saraf BPNN terdiri dari tiga lapisan yang sama seperti pada jaringan saraf biasa, yaitu lapisan *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* [28][29].

Pada BPNN, proses dimulai dengan membaca data *input*, bobot awal, parameter pelatihan (seperti jumlah *epoch* maksimum, tingkat pembelajaran, target *error*), dan target *output* [30]. Tahapan BPNN meliputi:

1. Inisialisasi bobot dengan nilai acak pada setiap sinapsis jaringan saraf.
2. Iterasi dilakukan untuk setiap *Hidden Layer*.
3. Untuk semua *sample training X*, maka kemudian implementasikan:
  - a. Propagasi maju (*Forward Propagation*)  
Setiap unit input menerima sinyal *input* dan meneruskannya ke *hidden layer*, lalu tiap *hidden layer* akan menjumlahkan sinyal input menggunakan persamaan yang ditentukan.

$$Z_i n_j = V_{oj} + \sum_{j=1}^n X_i V_{ij} \quad (1)$$

$$Z_i = f(Z_i n_j) \quad (2)$$

- b. Propagasi Mundur (*Backward Propagation*)  
Untuk mengestimasi kesalahan di setiap lapisan *output* dan tersembunyi, metode ini menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\sigma_k = (t_k - y_k) f(y_k) \quad (3)$$

$$\delta_i n_j = \sum_{k=1}^k \delta_k W_{jk} \quad (4)$$

Kemudian, bobot setiap  $m$ -neuron akan disesuaikan menggunakan rumus:

$$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk} \quad (5)$$

Dimana nilai  $\Delta W_{jk}$  diperoleh dari persamaan.

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_j X_i \quad (6)$$

Dengan  $\alpha$  merupakan *Learning Rate*.

#### 2.4.2 Regresi Linear

Regresi Linear adalah suatu teknik estimasi yang memanfaatkan model garis lurus untuk menggambarkan keterkaitan dua variabel atau lebih, dengan tujuan menilai kekuatan korelasi antara variabel dependen dan variabel independen. Hal ini bertujuan untuk memprediksi dan meramalkan nilai variabel lain yang telah diketahui berdasarkan model yang dibentuk [16][20]. Analisis regresi memiliki tujuan untuk mengevaluasi pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya. Variabel yang dipengaruhi oleh variabel lainnya disebut sebagai variabel tergantung atau dependen, sementara variabel yang menjadi penyebab atau

mempengaruhi variabel dependen tersebut disebut sebagai variabel independen [14][15]. Pola yang terbentuk pada linear regression yang secara umum dinyatakan dalam bentuk persamaan 7.

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \tag{7}$$

**2.5. Evaluation**

Pada tahapan evaluasi bertujuan guna menilai seberapa jauh pencapaian hasil pemodelan yang telah dilakukan. sebelumnya dalam memenuhi tujuan penelitian dan menilai apakah ada kekurangan dari pemodelan yang telah dilakukan. Pada tahap ini penelitian melakukan hasil evaluasi berupa perbandingan hasil dari penggunaan Algoritma Backpropagation dan Regresi Linear dalam memprediksi jumlah pendaftar jemaah umrah PT. Hajar Aswad Mubaroq dengan metode evaluasi yang digunakan sebagai pembanding yaitu RMSE, MAPE, dan R<sup>2</sup>.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan data sekunder, data yang diperoleh dari PT. Hajar Aswad Mubaroq. Dimana data yang diperoleh merupakan jumlah pendaftar umrah di PT. Hajar Aswad Mubaroq tahun 2015 dan 2023 mulai dari januari hingga desember. Tabel data pendaftar umrah di PT. Hajar Aswad Mubaroq dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Awal Jumlah Jemaah Pendaftar Umrah

Bulan	2015	2016	2017	...	2023
Januari	112	824	273	...	452
Februari	623	516	341	...	713
Maret	873	136	741	...	328
April	516	628	146	...	327
Mei	1274	1073	347	...	
Juni	423	156	1021	...	
Juli	572	727	489	...	42
Agustus				...	656
September				...	209
Oktober	732	592	712	...	615
November	125	378	974	...	
Desember	361	626	646	...	

**3.2. Tahap Preprocessing data**

Tahap *Preprocessing data* pada penelitian ini yaitu *Cleaning Data*, *Normalization Data* dan *Windowing Data*. Pada proses *cleaning* bertujuan untuk menggantikan nilai-nilai yang hilang (*missing value*) dengan nilai rerata dari bulan haji dari rentang tahun 2015 hingga 2023. Sedangkan tujuan normalisasi data adalah menciptakan kesetimbangan antara nilai terendah dan nilai tertinggi. Proses normalisasi dilakukan dengan metode *minmax* normalisasi untuk menyesuaikan rentang nilai data. Adapun *dataset* hasil *Cleaning Data* dan *Normalization Data* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Normalisasi Data

Tahun	Bulan	Jumlah
2015	Januari	0.1007
	Februari	0.4522
	Maret	0.6242
	April	0.3786
	Mei	0.9000
	Juni	0.3146
	Juli	0.4171
	Agustus	0.5808
	September	0.3394
	Oktober	0.5272
	November	0.1096
	Desember	0.2720
...	...	...
2023	Januari	0.3346
	Februari	0.5141
	Maret	0.2493
	April	0.2486
	Mei	0.4763

Tahun	Bulan	Jumlah
	Juni	0.3242
	Juli	0.4336
	Agustus	0.4749
	September	0.1674
	Oktober	0.4467
	November	0.3882
	Desember	0.4144

Proses selanjutnya yaitu *sliding window* atau *windowing*, dimana *windowing* merupakan tahapan di mana data *time series* diubah menjadi data *cross sectional*. Dalam percobaan ini akan dilakukan tiga *window size* yaitu *window size* 4, 6, dan 8 [32]. Kemudian, data yang telah disegmentasi akan dijadikan model menggunakan algoritma jaringan saraf. Contoh *window size* 4 dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** *Window size* 4

InputYt-3	InputYt-2	InputYt-1	InputYt-0
0.1455	0.4773	0.6396	0.4078
0.4773	0.6396	0.4078	0.9000
0.6396	0.4078	0.9000	0.3474
...	...	...	...
0.4721	0.4169	0.4416	0.1455
0.4169	0.4416	0.1455	0.4773
0.4416	0.1455	0.4773	0.6396

### 3.3. Prediksi Menggunakan Backpropagation Neural Network (BPNN)

Konfigurasi jaringan pada algoritma Backpropagation memengaruhi secara substansial akurasi prediksi, sehingga penting untuk memilih konfigurasi yang sesuai [26]. Tahapan ini menggunakan tools RapidMiner versi 9.10. Berikut perbandingan hasil error dari empat model arsitektur Backpropagation yang telah diuji dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil *Error Model Backpropagation*

Window size	Learning Rate	Model Arsitektur	RMSE	R <sup>2</sup>	MAPE
4	0,05	8-2-1	0.146 +/- 0.000	0.021 +/- 0.036	25.14%
		8-4-1	0.141 +/- 0.000	0.020 +/- 0.028	30.15%
		8-6-1	0.144 +/- 0.000	0.021 +/- 0.030	30.05%
		8-8-1	0.140 +/- 0.000	0.020 +/- 0.032	27.41%
6	0,05	8-2-1	0.133 +/- 0.000	0.018 +/- 0.026	28.16%
		8-4-1	0.122 +/- 0.000	0.015 +/- 0.026	25.14%
		8-6-1	0.125 +/- 0.000	0.016 +/- 0.025	26.43%
		8-8-1	0.125 +/- 0.000	0.016 +/- 0.027	25.05%
8	0,05	8-2-1	0.127 +/- 0.000	0.016 +/- 0.029	24.33%
		8-4-1	0.112 +/- 0.000	0.013 +/- 0.024	22.16%
		8-6-1	0.101 +/- 0.000	0.010 +/- 0.021	19.74%
		8-8-1	0.113 +/- 0.000	0.013 +/- 0.022	25.91%

Hasil terbaik diperoleh dari pengujian pada Tabel 6 dengan menggunakan empat arsitektur jaringan. Semakin rendah nilai kesalahan, semakin baik kualitas model arsitektur tersebut. Dimana nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan R-Square terendah didapat pada arsitektur 9-6-1 dengan RMSE sebesar 0.096 +/- 0.000, R<sup>2</sup> sebesar 0.009 +/- 0.017, dan nilai MAPE sebesar 19.74% pada nilai *Learning Rate* 0,05 pada *window size* 8. Pada percobaan dengan *window size* 4, 6, dan 8 tersebut terlihat nilai RMSE dan R<sup>2</sup> cenderung menurun setiap model arsitektur jaringannya.

### 3.4. Prediksi Menggunakan Regresi Linear

Pembuatan model dilakukan menggunakan aplikasi RapidMiner, dengan menggunakan operator Regresi Linear dan kriteria *Akaike* untuk memilih model yang optimal. *Akaike* merupakan suatu metrik yang menilai kecocokan relatif dari model statistik. Hasil prediksi yang dilakukan dengan model Regresi Linear dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil *Error Model Regresi Linear*

Window size	RMSE	R <sup>2</sup>	MAPE
4	0.151 +/- 0.000	0.023 +/- 0.038	27.19%

Window size	RMSE	R <sup>2</sup>	MAPE
6	0.139 +/- 0.000	0.019 +/- 0.031	26.06%
8	0.140 +/- 0.000	0.020 +/- 0.033	26.07%

Berdasarkan Tabel 6 hasil pengujian Regresi Linear diketahui bahwa nilai RMSE dan R<sup>2</sup> terkecil didapat pada pengujian menggunakan *window size* 6 dengan nilai RMSE sebesar 0.139 +/- 0.000 dan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0.019 +/- 0.031, dan MAPE sebesar 26.06%, sehingga hasil terbaik pada percobaan Regresi Linear didapat dengan menggunakan *window size* 6.

### 3.5 Perbandingan dan Evaluasi

Perbandingan hasil pengujian algoritma Backpropagation dan Regresi Linear dengan parameter algoritma yang telah di sesuaikan dapat dilihat pada Tabel 7.

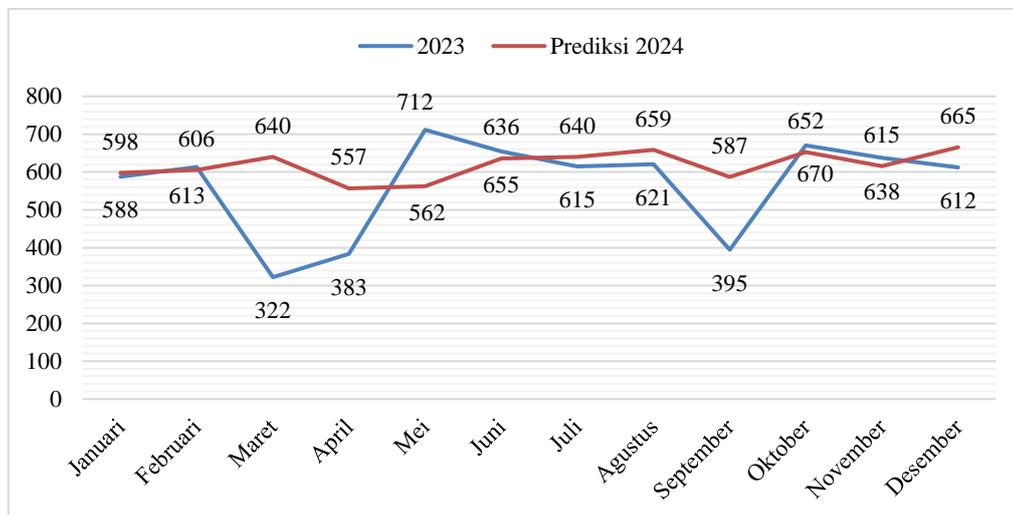
**Tabel 7.** Hasil Perbandingan Error Model Algoritma

Algoritma	Window size	RMSE	R <sup>2</sup>	MAPE
Backpropagation	8	0.101 +/- 0.000	0.010 +/- 0.021	19.74%
Regresi Linear	6	0.139 +/- 0.000	0.019 +/- 0.031	26.06%

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat bahwa error terkecil setiap algoritma terdapat pada penggunaan *window size* 6 dan *window size* 8 dimana masing-masing algoritma mempunyai nilai RMSE sebesar 0.101 +/- 0.000, R<sup>2</sup> sebesar 0.010 +/- 0.021 dan MAPE 19.74% pada algoritma Backpropagation. Sedangkan untuk algoritma Regresi Linear memperoleh RMSE sebesar 0.139 +/- 0.000, R<sup>2</sup> sebesar 0.019 +/- 0.031 dan MAPE sebesar 26.06%.

Dapat dilihat bahwa pada hasil pengujian masing-masing algoritma mempunyai kelebihan, tetapi untuk penilaian tidak dapat hanya dilihat dari satu model hasil evaluasi saja, sehingga dapat disimpulkan performa terbaik untuk prediksi jumlah pendaftar Jemaah umrah yaitu menggunakan algoritma Backpropagation dengan hasil error terbaik atau paling rendah di banding regresi linear dengan hasil RMSE sebesar 0.101 +/- 0.000, R<sup>2</sup> sebesar 0.010 +/- 0.021 dan MAPE 19.74%.

Hasil prediksi pendaftar umrah tahun 2024 pada PT. Hajar Aswad Mubaroq dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan arsitektur terbaik yaitu 8-6-1 ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Hasil Prediksi Pendaftar Umrah Tahun 2024

Prediksi hasil pendaftaran jamaah umrah tahun 2024 terlihat bahwa terjadi penurunan dan kenaikan pendaftar calon jamaah umrah pada tahun 2024 di PT. Hajar Aswad Mubaroq. Dimana kenaikan pendaftar calon jamaah umrah tahun 2024 terjadi pada bulan Januari, Maret, April, Juli, Agustus, September, dan Desember, selain bulan tersebut diprediksi terjadi penurunan pendaftar jamaah umrah dari tahun sebelumnya.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian percobaan prediksi jumlah pendaftar Jemaah umrah PT. Hajar Aswad Mubaroq menggunakan algoritma Backpropagation dan Regresi Linear dengan masing-masing menggunakan *window size* 4,6, dan 8. Diperoleh hasil pengujian menggunakan algoritma Backpropagation dengan 4 jaringan arsitektur, didapat model arsitektur terbaik yaitu arsitektur 9-6-1 dengan RMSE sebesar 0.096+/-

0.000, R2 sebesar 0.009+/- 0.017, dan nilai MAPE sebesar 19.74% pada *window size* 8. Sedangkan pada pengujian menggunakan algoritma Regresi Linear hasil terbaik didapat menggunakan *window size* 6 dengan nilai RMSE sebesar 0.139 +/- 0.000 dan nilai R2 sebesar 0.019 +/- 0.031, dan MAPE sebesar 26.06%. Dari hasil pengujian masing-masing algoritma mempunyai kelebihan, tetapi untuk penilaian tidak dapat hanya dilihat dari satu model hasil evaluasi saja, sehingga dapat disimpulkan performa terbaik untuk prediksi jumlah pendaftar Jemaah umrah yaitu menggunakan algoritma Backpropagation.

## REFERENSI

- [1] Z. Sitorus, "Perancangan Aplikasi Tata Cara Melaksanakan Ibadah Haji Dan Umroh Berdasarkan Syariat Islam Berbasis Android," *J. Pionir LPPM Univ. Asahan*, vol. 2, no. 3, pp. 61–69, 2018.
- [2] A. Rohmaniya, "Sistem Prediksi Jumlah Jamaah Umroh Di PT. Prabu Nurul Ismi Dengan Menggunakan Metode Moving Average," Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro, 2021.
- [3] H. Prihanto and P. Damayanti, "Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Keberlanjutan Usaha Biro Jasa Perjalanan Haji dan Umrah," *J. Manag. Bus. Rev.*, vol. 19, no. 1, pp. 29–48, 2022, doi: <https://doi.org/10.34149/jmbr.v19i1.314>.
- [4] R. Hasan, "Pemanfaatan Media Sosial Facebook Sebagai Strategi Pemasaran Paket Umrah PT Hajar Aswad Mubaroq Kabupaten Siak," Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2020.
- [5] H. A. Fikri, "Prediksi Harga Emas Dengan Algoritma Backpropagation," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 182–189, 2023.
- [6] I. H. Harahap, E. Budianita, and I. Afrianty, "Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Prediksi Jumlah Jamaah Pendaftar Haji Provinsi Riau," *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind.* 13, no. November, pp. 32–42, 2021.
- [7] D. Angraini and L. O. A. Rahman, "Prediksi Kondisi Kritis Anak di Ruang Intensif Melalui Machine Learning : Tinjauan Literatur," *JKA (Jurnal Keperawatan Abdurrah)*, vol. 05, no. 02, pp. 62–72, 2022.
- [8] A. Z. Hasibuan, G. Ginting, and K. Tampubolon, "Prediksi Jumlah Jamaah Pendaftar Umroh Dan Haji Plus Dengan Algoritma Rough Set ( Studi Kasus : PT . Annajwa Islamic Tour & Travel )," *Maj. Ilm. INTI*, vol. 5, no. 3, pp. 257–261, 2018.
- [9] I. W. Supriana, M. A. Raharja, and I. M. S. Bimantara, "Pengembangan Sistem Prediksi Bantuan Program Keluarga Harapan ( PKH ) Berbasis Machine Learning," vol. 6, no. 1, pp. 1–11, 2023.
- [10] Nurhanudin and J. E. Riwurohi, "Prediction Of Number Of Elderly Hajj Registrant Using Backpropagation Artificial Neural Network," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 4, no. 2, pp. 112–121, 2021, doi: 10.33387/jiko.
- [11] R. Novita and A. Putri, "Analisis Algoritma Backpropagation Neural Network dalam Permalan Jumlah Benih Ikan," *J. Ilm. Rekayasa dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 201–207, 2021.
- [12] R. A. Ahmad, N. Nafi'iyah, and S. Mujilawati, "Prediksi Nilai Calon Mahasiswa dengan Algoritma Backpropagation (Studi Kasus : Data Kaggle)," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–17, 2020.
- [13] P. Santoso, H. Abijono, and N. L. Anggreini, "Algoritma Supervised Learning Dan Unsupervised," vol. 4, no. 2, pp. 315–318, 2021.
- [14] Miftahuljannah, A. S. Sunge, and A. T. Zy, "Analisis Prediksi Penjualan Dengan Metode Regresi Linear Di PT. Eagle Industry Indonesia," *JINTEKS (Jurnal Inform. Teknol. dan Sains)*, vol. 5, no. 3, pp. 398–403, 2023.
- [15] V. P. Ramadhan and F. Y. Pamuji, "Analisis Perbandingan Algoritma Forecasting dalam Prediksi Harga Saham LQ45 PT Bank Mandiri Sekuritas ( BMRI )," *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 39–45, 2022.
- [16] J. S. Sebayang and B. Yuniarto, "Berganda, Perbandingan Model Estimasi Artificial Neural Network Optimasi Genetic Algorithm dan Regresi Linier," *Media Stat.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–23, 2017, doi: 10.14710/medstat.10.1.13-23.
- [17] N. Nafi and N. N. Aulia, "Prediksi Harga Minyak Sayuran Data Kaggle dengan Regresi Linear Berganda dan Backpropagation," *J. SISFOTENIKA*, vol. 12, no. 2, pp. 136–145, 2022.
- [18] Masruroh and K. F. Mauladi, "Perbandingan Metode Regresi Linear Dan Neural Network Backpropagation Dalam Prediksi Nilai Ujian Nasional Siswa Smp," *JOUTICA*, vol. 5, no. 1, pp. 331–336, 2020.
- [19] Amrin, "Analisa Komparasi Neural Network Backpropagation Dan Multiple Linear Regression Untuk Peramalan Tingkat," *J. Tek. Komput. AMIK BSI*, vol. II, no. 2, pp. 1–6, 2016.
- [20] Wahyudin and H. Purwanto, "Prediksi Kasus Covid-19 Di Indonesia Menggunakan Metode Backpropagation Dan Regresi Linear," *J. Inf. Syst. Applied, Manag. Account. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 331–339, 2021, doi: 10.52362/jisamar.v5i2.
- [21] V. Arinal and M. Azhari, "Penerapan Regresi Linear Untuk Prediksi Harga Beras Di Indonesia," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 341–346, 2023.

- [22] V. R. Prasetyo, H. Lazuardi, A. A. Mulyono, and C. Lauw, "Penerapan Aplikasi RapidMiner Untuk Prediksi Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar Dengan Metode Regresi Linier," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 01, no. 1, pp. 8–17, 2021.
- [23] C. Schröderab, F. Kruseb, and J. M. Gómezb, "A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process Model," *Elsevier*, vol. 181, no. 2019, pp. 526–534, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.199.
- [24] S. E. Damayanti, "Analisis Dan Implementasi Framework CRISP-DM ( Cross Industry Standard Process For Data Mining ) Untuk Clustering Perguruan Tinggi Swasta," 2006.
- [25] D. Z. H. Iskandar and Y. Ramdhani, "Optimasi Parameter Random Forest menggunakan Grid Search Untuk Analisis Time series," *PETIR J. Pengkaj. dan Penerapan Tek. Inform.*, vol. 16, no. 2, pp. 267–277, 2023.
- [26] F. R. Ramadani, I. Permana, M. Afdal, and S. Monalisa, "Model for Estimating Waste Generation in Pekanbaru Using Backpropagation Algorithm," *JITE (Journal Informatics Telecommun. Eng. Available)*, vol. 7, no. 1, pp. 317–327, 2023.
- [27] R. Ocviani, Mustakim, Rusliyawati, M. Muharrom, I. Ahmad, and Sepriano, "Classification of Student Graduation Using Backpropagation Neural Network with Features Selection and Dimensions Reduction," in *2023 5th International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, 2023, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICORIS60118.2023.10352284.
- [28] S. A. Putri and Mustakim, "Dimensional Data Unsupervised Learning Using an Analytic Hierarchy Process in Determining Attributes in the Classification Algorithm," *Build. Infomatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 235–240, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i1.1752.
- [29] J. R. Simanungkalit, H. Haviluddin, H. S. Pakpahan, N. Puspitasari, and M. Wati, "Algoritma Backpropagation Neural Network dalam Memprediksi Harga Komoditi Tanaman Karet," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 12, no. 1, pp. 32–38, 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i1.521.32-38.
- [30] D. I. Purnama, R. L. Islami, L. Sari, and P. R. Sihombing, "Analisis Klasifikasi Data Tracer Study Dengan Support Vector Machine Dan Neural Network," *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 4, no. 2, pp. 46–52, 2021, doi: 10.47970/siskom-kb.v4i2.191.
- [31] N. Nafi'iyah, "Perbandingan Regresi Linear , Backpropagation Dan Fuzzy Mamdani Dalam Prediksi Harga Emas," *Semin. Nas. Inov. DAN Apl. Teknol. DI Ind. 2016*, pp. 291–296, 2016.
- [32] R. E. Wahyuni, "Optimasi Prediksi Inflasi Dengan Neural Network Pada Tahap Windowing : Adakah Pengaruh Perbedaan Window Size ?," vol. 12, no. 3, pp. 176–181, 2021.