

PREDIKSI JUMLAH PENDAFTAR HAJI LANJUT USIA MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*

Nurhanudin¹, Jan E Riwurohi²

^{1,2}Program Studi Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur Jakarta
Email: ¹nurhanudin77@gmail.com, ²yan.everhard@budiluhur.ac.id

(Naskah masuk: 18 Mei 2021, diterima untuk diterbitkan: 28 Mei 2021)

Abstrak

Tingginya animo masyarakat muslim Indonesia untuk mendaftar haji ditandai dengan meningkatnya jumlah pendaftar haji dari tahun ke tahun. Hal ini menyebabkan antrian keberangkatan haji semakin panjang termasuk bagi Jemaah Haji lanjut usia. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Ibadah Haji dan Umrah mengamanatkan memberikan prioritas kuota persentase tertentu bagi Jemaah Haji lanjut usia untuk berangkat haji. Permasalahan yang terjadi adalah belum adanya data prediksi pendaftar haji lanjut usia setiap tahun yang digunakan sebagai salah satu pertimbangan penetapan kuota bagi Jemaah Haji lanjut usia agar tidak terlalu lama menunggu. Penelitian ini bertujuan membangun model jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang tepat untuk memprediksi jumlah pendaftar haji lanjut usia. Penelitian dilakukan dengan mengubah jumlah *node hidden layer* untuk mendapatkan model terbaik, penelitian menggunakan data pendaftar haji lanjut usia periode tahun 2004 sampai dengan 2019. Data dibagi menjadi 2 bagian yaitu data latih (2004 sampai dengan 2014) dan data uji (2009 sampai dengan 2019). Berdasarkan hasil pelatihan, model yang terbaik adalah 10-7-1 dengan nilai MSE sebesar 0,000998514, nilai MAPE sebesar 9,8% dan akurasi sebesar 90,20%. Hasil prediksi pendaftar haji lanjut usia tahun 2020 dengan menggunakan model 10-7-1 adalah 5.124 pendaftar haji lanjut usia. Dengan dibangunnya model prediksi pendaftar haji lanjut usia maka pengambil kebijakan mudah mendapatkan data prediksi jumlah pendaftar haji lanjut usia setiap tahun dan hasil prediksi dapat digunakan untuk menetapkan kuota bagi Jemaah Haji lanjut usia sehingga antrian keberangkatan bagi Jemaah Haji lanjut usia tidak terlalu lama.

Kata kunci: pendaftar, jemaah haji, lanjut usia, jaringan syaraf tiruan *backpropagation*

PREDICTION OF NUMBER OF ELDERLY HAJJ REGISTRANT USING *BACKPROPAGATION ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*

Abstract

The high interest of the Indonesian Muslim community to register for hajj is indicated by the increasing number of hajj registrants from year to year. Law number 8 year 2019 concerning the Implementation of Hajj and Umrah Worship mandates giving priority to a certain percentage quota for elderly hajj pilgrims to go for hajj. This study aims to determine the appropriate backpropagation neural network model to predict the number of elderly hajj registrants. The research was conducted by changing the number of hidden layer nodes to get the best model, the study used elderly hajj registrant data for the period 2004 to 2019. The data was divided into 2 parts, namely training data (2004 to 2014) and test data (2009 to 2019). Based on the training results, the best model is 10-7-1 with an MSE value of 0.000998514, a MAPE value of 9.8% and an accuracy of 90.20%. With the construction of a prediction model for elderly hajj registrants, policy makers can easily obtain predictive data for the number of elderly Hajj applicants every year and the prediction results can be used to set quotas for elderly pilgrims so that the queue of departure for elderly pilgrims is not too long.

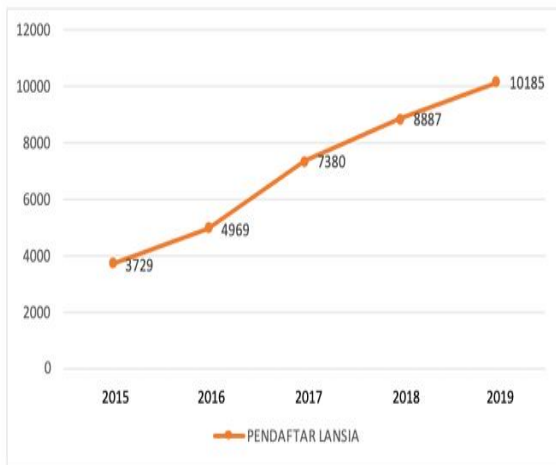
Keywords: registrant, hajj pilgrims, elderly, backpropagation artificial neural network

1. PENDAHULUAN

Haji merupakan rukun Islam kelima yang diwajibkan bagi setiap umat Islam yang mampu mengadakan perjalanan untuk menunaikan ibadah haji ke Baitullah. Perjalanan ke Tanah Suci untuk melaksanakan ibadah haji berlangsung setiap tahun

dengan jumlah Jemaah Haji yang terus meningkat, bersamaan dengan itu umat Islam Indonesia yang telah menunaikan ibadah haji juga terus bertambah [1]. Berdasarkan data Siskohat Direktorat Jenderal Penyelenggaraan Haji dan Umrah Kementerian Agama, jumlah pendaftar haji lanjut usia (lansia)

selama 5 (lima) tahun terakhir terus meningkat seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Trend* pendaftar haji lansia 5 tahun terakhir [2]

Meningkatnya jumlah pendaftar haji menyebabkan antrian keberangkatan haji semakin panjang dan lama dimana saat ini rata-rata masa tunggu keberangkatan haji mencapai 24 tahun [2]. Salah satu cara untuk mempercepat keberangkatan Jemaah Haji lansia adalah dengan memberikan kuota tertentu [3]. Namun yang jadi masalah adalah belum adanya model yang dapat memprediksi kenaikan/penurunan jumlah pendaftar haji lansia setiap tahunnya yang dapat dijadikan sebagai dasar untuk menetapkan kuota.

Penetapan kuota secara akurat dapat digunakan untuk mengantisipasi layanan yang akan diberikan kepada Jemaah Haji lansia terkait dengan aturan penerbangan yang mengharuskan badan usaha angkutan udara niaga memberikan pelayanan berupa perlakuan dan fasilitas khusus [4], dan untuk menentukan jumlah pendamping bagi Jemaah Haji lansia dalam melaksanakan ibadah haji.

Penelitian untuk memprediksi jumlah Jemaah Haji yang berasal dari luar Arab Saudi menggunakan pendekatan algoritma *Naïve Bayes* dan *Box-Jenkins* dengan melakukan pengamatan data jumlah Jemaah Haji dari tahun 1390H sampai dengan tahun 1433H dan menggunakan data 5 tahun terakhir yang digunakan sebagai data *testing* dimana hasil penelitian menunjukkan pendekatan *Naïve Bayes* lebih akurat dibandingkan *Box-Jenkins* [5].

Di tahun berikutnya pada penelitian yang sama untuk memprediksi jumlah Jemaah Haji yang berasal dari luar Arab Saudi menggunakan *NARX Neural Networks* dengan membandingkan metode lainnya dan menggunakan data 5 tahun terakhir (data Jemaah Haji tahun 1429H sampai dengan 1433H) dimana hasil penelitian menunjukkan *NARX Neural Networks* lebih akurat dibandingkan dengan *Naïve Bayes* dan *Box-Jenkins* [6].

Penelitian lainnya untuk memprediksi jumlah Jemaah Haji yang berasal dari luar Arab Saudi dengan menggunakan runtun waktu Fuzzy terhadap

data Jemaah Haji dari tahun 1390H sampai dengan 1433H menunjukkan hasil bahwa metode *Fuzzy Time Series* memberikan prediksi yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode *Box-Jenkins* [7].

Penelitian tentang prediksi jumlah permintaan koran menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *Backpropagation* dengan menggunakan data jumlah penjualan koran Radar Madura tahun 2015 mendapatkan nilai iterasi terbaik adalah 200, *learning rate* terbaik 0,6, pengujian data *training* dan data *testing* memperoleh nilai data *training* terbaik 100 dan data *testing* 10 [8].

Dalam implementasi algoritma *Support Vector Regression* pada prediksi jumlah pengunjung pariwisata dengan menggunakan data pengunjung bulanan pariwisata dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2015 di Kabupaten Jember sebanyak 72 pengunjung, mendapatkan hasil pengujian rata-rata nilai MAPE minimum yang dihasilkan adalah 9,16 % dan nilai MAPE terbaik adalah 6,98 % [9].

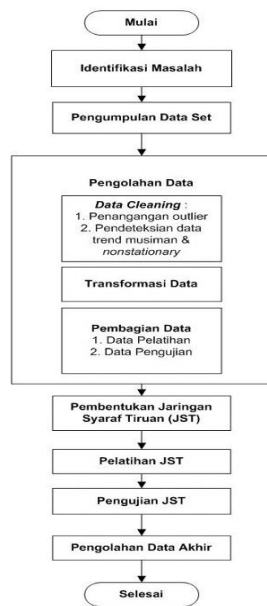
Penelitian yang dilakukan untuk memprediksi jumlah kebutuhan pemakaian air menggunakan metode *Exponential Smoothing* dengan memakai data sekunder berupa data total pemakaian air pelanggan Perusahaan Daerah Air Minum kota Malang per bulan dalam satuan meter kubik tahun 2008 sampai dengan 2013 dengan membandingkan 3 metode *Exponential Smoothing*, yaitu *Single Exponential Smoothing (SES)*, *Double Exponential Smoothing (DES)*, *Triple Exponential Smoothing (TES)*. Hasil pengujian yang diperoleh adalah metode SES mempunyai akurasi yang lebih baik dibanding DES dan TES [10].

Penelitian lain untuk mengklasifikasi tingkat kualitas kesuburan pria dengan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* menggunakan 9 *neuron* pada *input layer*, 2 *neuron* pada *hidden layer*, dan 1 *neuron* pada *output layer* diperoleh hasil pengujian dapat mengklasifikasi dengan akurasi 80,32% [11].

Dari permasalahan tersebut dirumuskan pemecahan masalah untuk memprediksi jumlah pendaftar haji lansia dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Tujuan penelitian ini adalah membangun model Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* yang tepat untuk memprediksi jumlah pendaftar haji lansia. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah hasil perhitungan prediksi jumlah pendaftar haji lansia dapat digunakan oleh pengambil kebijakan/pemerintah untuk menentukan jumlah kuota bagi keberangkatan Jemaah Haji lansia.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk mendapatkan nilai/angka prediksi jumlah pendaftar haji lansia menggunakan bahasa pemrograman *python*. Adapun langkah-langkah penelitian yang digunakan sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mendapatkan gambaran masalah yang jelas sehingga dapat diselesaikan dengan metode yang tepat, dalam hal ini yang akan dilakukan adalah memprediksi jumlah pendaftar haji lansia untuk memecahkan masalah lamanya waktu tunggu keberangkatan dan belum adanya data prediksi jumlah pendaftar haji lansia yang akurat setiap tahunnya.

2.2. Pengumpulan Dataset

Data pendaftar haji lansia yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pendaftar haji lansia di Provinsi Jawa Timur yang diperoleh dari *database* Siskohat Direktorat Jenderal Penyelenggaraan Haji dan Umrah Kementerian Agama periode 2004 sampai dengan 2019 dengan melakukan ekspor langsung melalui *database tools* yang tersedia ke dalam format excel. Data terdiri dari atribut nomor porsi, nama Jemaah Haji, tanggal lahir, tanggal daftar, usia, dan kabupaten/kota. Jumlah pendaftar Haji lansia periode 2004 sampai dengan 2019 di Provinsi Jawa Timur yang digunakan sebanyak 92.856.

2.3. Pengolahan Data

2.3.1 Data Cleaning

Data pendaftar haji lansia dilakukan pemeriksaan terhadap atribut nomor porsi, nama Jemaah Haji, tanggal lahir, tanggal daftar, usia, dan kabupaten/kota. Hasil pemeriksaan terhadap data pendaftar haji lansia berdasarkan asal kabupaten/kota, maka diketahui bahwa terdapat data pendaftar yang asal kabupaten/kotanya kosong/tidak ada sebanyak 21 pendaftar dan hasil pemeriksaan data pendaftar haji lansia berdasarkan usia, maka diketahui bahwa terdapat data pendaftar yang tanggal lahir/usianya tidak terbaca/salah *entry* sebanyak 20 pendaftar.

Berdasarkan hasil *data cleaning*, maka data pendaftar haji lansia yang asal kabupaten/kotanya kosong/tidak ada dan yang tanggal lahir/usianya tidak terbaca/salah *entry* dilakukan penghapusan dari dataset sehingga data pendaftar haji lansia di Provinsi Jawa Timur hasil dari *data cleaning* berjumlah 92.815 pendaftar. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk memprediksi pendaftar haji lansia untuk membangun model jaringan syaraf tiruan *backpropagation* terbaik.

2.3.2 Transformasi Data

Transformasi data dilakukan dengan melakukan proses komputasi data menjadi data yang bernilai 0 sampai dengan 1 dengan menggunakan rumus/persamaan [12] transformasi data sebagaimana pada rumus nomor 1.

$$X' = \frac{0,8(X-X_{min})}{X_{max}-X_{min}} \tag{1}$$

- Dimana:
 X' : Nilai hasil transformasi
 X : Nilai awal
 Xmin : Nilai minimal
 Xmax : Nilai maksimal

Data pendaftar haji lansia berdasarkan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur periode 2004 sampai dengan 2019 hasil transformasi dengan menggunakan rumus nomor 1 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Pendaftar Haji Lansia di Provinsi Jawa Timur Hasil Transformasi

No	Kabupaten/Kota	Tahun															
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	KAB. B L I T A R	0.20	0.26	0.23	0.32	0.43	0.41	0.29	0.30	0.33	0.31	0.27	0.29	0.39	0.47	0.45	0.43
		275	147	394	110	486	468	633	000	028	743	064	083	358	798	505	945
2	KAB. BANGKALAN	0.15	0.20	0.19	0.23	0.26	0.20	0.16	0.20	0.20	0.19	0.17	0.15	0.16	0.21	0.24	0.27
		505	550	083	119	239	183	606	275	734	266	431	872	055	927	771	339
3	KAB. BANYUWANGI	0.18	0.22	0.24	0.33	0.36	0.39	0.29	0.28	0.37	0.32	0.29	0.30	0.35	0.41	0.48	0.50
		440	752	220	578	881	541	908	165	248	202	541	826	963	743	716	367
4	KAB. BOJONEGORO	0.16	0.21	0.24	0.27	0.33	0.32	0.23	0.29	0.35	0.24	0.18	0.24	0.21	0.28	0.35	0.43
		055	376	404	798	394	477	211	725	505	495	165	037	743	991	596	486
5	KAB. BONDOWOSO	0.13	0.14	0.16	0.21	0.25	0.22	0.15	0.16	0.21	0.20	0.16	0.13	0.16	0.17	0.21	0.21
		761	862	055	009	138	936	872	881	560	183	514	486	422	615	101	560
6	KAB. GRESIK	0.18	0.27	0.24	0.28	0.41	0.29	0.26	0.23	0.32	0.28	0.20	0.20	0.23	0.24	0.26	0.35
		165	982	587	624	101	725	789	028	110	624	917	092	211	954	606	963
7	KAB. J E M B E R	0.22	0.29	0.30	0.45	0.59	0.48	0.29	0.37	0.47	0.38	0.31	0.28	0.36	0.49	0.64	0.66
		110	174	917	505	358	991	908	523	615	716	284	257	606	817	679	881

8	KAB. JOMBANG	0.16	0.24	0.23	0.29	0.37	0.32	0.27	0.26	0.28	0.22	0.17	0.19	0.26	0.31	0.36	0.42
		055	037	119	633	890	385	431	881	532	752	615	541	789	743	147	661
9	KAB. KEDIRI	0.21	0.24	0.27	0.34	0.40	0.37	0.32	0.35	0.33	0.31	0.22	0.24	0.32	0.47	0.52	0.57
		284	862	523	037	459	982	110	321	578	376	018	037	477	890	202	706
10	KAB. LAMONGAN	0.18	0.26	0.24	0.33	0.45	0.37	0.28	0.30	0.38	0.32	0.22	0.25	0.29	0.36	0.43	0.48
		440	514	587	119	688	890	073	734	716	202	844	688	358	330	211	991
11	KAB. LUMAJANG	0.13	0.18	0.18	0.23	0.29	0.26	0.19	0.16	0.21	0.21	0.17	0.19	0.20	0.23	0.28	0.30
		303	624	624	670	817	789	266	881	560	284	248	450	826	119	532	917
12	KAB. MADIUN	0.14	0.14	0.14	0.17	0.20	0.21	0.17	0.17	0.16	0.14	0.14	0.17	0.20	0.23	0.23	0.21
		037	679	954	982	275	376	064	890	890	697	312	679	431	459	853	223
13	KAB. MALANG	0.18	0.35	0.32	0.44	0.59	0.58	0.42	0.41	0.50	0.37	0.28	0.32	0.42	0.55	0.55	0.61
		991	046	294	220	358	899	569	927	275	339	073	936	018	046	780	101
14	KAB. MAGETAN	0.13	0.17	0.16	0.19	0.23	0.19	0.14	0.17	0.18	0.15	0.12	0.13	0.16	0.21	0.21	0.25
		486	615	147	908	945	450	862	706	624	413	752	670	606	743	468	596
15	KAB. MOJOKERTO	0.15	0.24	0.20	0.31	0.42	0.33	0.26	0.23	0.28	0.23	0.17	0.21	0.26	0.30	0.28	0.32
		138	862	734	743	477	578	972	853	073	486	064	743	972	367	716	202
16	KAB. NGANJUK	0.14	0.17	0.19	0.27	0.32	0.25	0.22	0.21	0.22	0.20	0.15	0.16	0.16	0.24	0.24	0.32
		587	431	450	248	110	872	018	560	569	550	780	147	147	587	220	110
17	KAB. NGAWI	0.11	0.12	0.12	0.15	0.16	0.18	0.13	0.16	0.17	0.15	0.11	0.13	0.13	0.16	0.20	0.22
		560	477	752	229	330	899	394	422	339	229	835	486	761	972	734	844
18	KAB. PACITAN	0.12	0.13	0.12	0.15	0.15	0.16	0.13	0.13	0.14	0.12	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13
		110	119	661	046	413	147	761	303	037	844	101	202	028	578	761	486
19	KAB. PAMEKASAN	0.14	0.16	0.17	0.25	0.29	0.21	0.16	0.19	0.27	0.35	0.32	0.34	0.41	0.64	0.87	0.90
		862	881	064	505	908	560	422	266	706	046	844	404	468	862	706	000
20	KAB. PASURUAN	0.13	0.22	0.18	0.24	0.28	0.25	0.20	0.22	0.28	0.21	0.19	0.19	0.24	0.29	0.33	0.34
		119	202	624	220	716	688	734	018	349	743	541	817	128	541	761	771
21	KAB. PONOROGO	0.14	0.17	0.17	0.20	0.22	0.23	0.21	0.20	0.21	0.18	0.16	0.16	0.16	0.24	0.28	0.32
		037	156	431	917	752	853	743	826	743	716	239	972	606	771	349	477
22	KAB. PROBOLINGGO	0.12	0.12	0.14	0.16	0.22	0.17	0.17	0.15	0.18	0.14	0.13	0.13	0.14	0.17	0.22	0.23
		661	661	862	789	110	890	523	321	257	862	211	119	679	615	936	670
23	KAB. SAMPANG	0.11	0.15	0.15	0.17	0.22	0.16	0.12	0.15	0.18	0.18	0.14	0.16	0.17	0.24	0.33	0.31
		376	046	046	156	294	789	294	963	073	349	862	606	982	771	761	651
24	KAB. SIDOARJO	0.25	0.40	0.33	0.49	0.58	0.42	0.32	0.28	0.30	0.25	0.18	0.19	0.21	0.32	0.39	0.47
		413	917	945	083	349	752	844	624	183	046	257	725	376	018	358	156
25	KAB. SITUBONDO	0.12	0.17	0.15	0.18	0.22	0.15	0.13	0.14	0.20	0.15	0.13	0.12	0.13	0.14	0.14	0.16
		018	156	229	991	018	688	761	220	917	963	761	569	761	495	495	514
26	KAB. SUMENEP	0.16	0.16	0.17	0.19	0.25	0.20	0.14	0.17	0.23	0.22	0.21	0.18	0.23	0.29	0.42	0.52
		330	514	339	266	505	917	495	156	945	752	376	991	394	358	752	477
27	KAB. TUBAN	0.14	0.16	0.18	0.21	0.28	0.24	0.18	0.22	0.29	0.24	0.21	0.19	0.20	0.33	0.31	0.36
		587	972	807	651	716	220	807	936	633	220	560	450	459	028	927	789
28	KAB. TRENGGALEK	0.14	0.17	0.16	0.21	0.25	0.23	0.22	0.21	0.23	0.20	0.20	0.19	0.21	0.33	0.32	0.36
		495	156	697	468	780	578	661	835	945	459	275	541	835	028	936	055
29	KAB. TULUNGAGUNG	0.20	0.25	0.25	0.36	0.42	0.43	0.30	0.33	0.35	0.30	0.21	0.26	0.34	0.42	0.47	0.51
		826	229	505	881	294	211	550	670	688	367	743	330	954	569	890	193
30	KOTA BATU	0.11	0.13	0.11	0.13	0.13	0.15	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.11	0.13	0.12	0.13
		560	853	651	211	394	596	119	294	202	101	550	101	009	028	202	578
31	KOTA BLITAR	0.11	0.13	0.12	0.13	0.14	0.14	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13
		193	211	477	394	220	495	468	284	018	376	284	202	385	294	394	853
32	KOTA KEDIRI	0.13	0.14	0.14	0.16	0.17	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.10	0.13	0.13	0.15	0.14	0.15
		211	587	771	239	064	321	761	303	661	569	917	028	028	688	128	321
33	KOTA MADIUN	0.11	0.14	0.13	0.15	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.13	0.14
		743	037	028	596	330	211	202	743	826	917	550	917	018	294	486	679
34	KOTA MALANG	0.23	0.27	0.22	0.31	0.31	0.28	0.22	0.18	0.20	0.18	0.14	0.17	0.18	0.22	0.24	0.26
		394	339	844	284	560	807	385	440	000	716	679	982	440	936	495	789
35	KOTA MOJOKERTO	0.11	0.12	0.11	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11
		376	569	743	394	385	376	550	642	917	917	000	092	009	651	101	835
36	KOTA PASURUAN	0.11	0.12	0.12	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13
		835	477	844	587	119	752	294	202	661	009	734	376	569	110	661	670
37	KOTA PROBOLINGGO	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.12
		835	018	927	661	211	110	661	193	835	193	642	009	743	661	394	110
38	KOTA SURABAYA	0.42	0.68	0.53	0.58	0.64	0.54	0.41	0.35	0.37	0.26	0.21	0.21	0.27	0.32	0.37	0.48
		569	991	578	073	587	220	743	963	890	330	468	101	523	569	982	899

2.3.3 Pembagian Data

Setelah melakukan pengumpulan dataset dan pengolahan data, langkah selanjutnya adalah pembagian data menjadi data latih dan data uji untuk digunakan sebagai masukan dalam jaringan syaraf tiruan. Pembagian data dilakukan dengan komposisi 50:50 berdasarkan tahun pendaftaran yaitu data latih yang diambil adalah data pendaftar haji lansia periode 2004 sampai dengan tahun 2014 (yang dijadikan sebagai masukan adalah data periode 2004 sampai dengan 2013 dan target 2014), dan data uji yang diambil adalah data pendaftar haji lansia periode 2009 sampai dengan 2019 (yang dijadikan sebagai masukan adalah data periode 2019 sampai dengan 2018 dan target 2019).

2.4. Pembentukan Jaringan Syaraf Tiruan

Hasil keluaran dari proses pelatihan adalah suatu jaringan yang terdiri dari arsitektur beserta

bobot-bobot terbaik hasil pembaharuan. Dengan jaringan tersebut, kemudian data latih dirambatkan maju sehingga diperoleh data keluaran yang kemudian dibandingkan dengan target latih sehingga diperoleh tingkat akurasi proses pelatihan. Pada proses pengujian, dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan hasil proses pelatihan, data uji dirambatkan maju sehingga diperoleh data keluaran yang kemudian dibandingkan dengan target uji dan diperoleh tingkat akurasi proses pengujian.

Tabel 2 merupakan rancangan parameter jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk memprediksi jumlah pendaftar haji lansia di Provinsi Jawa Timur yang terdiri:

- Jumlah *neuron* pada *layer* masukan (*input layer*);
- Jumlah *layer* tersembunyi (*hidden layer*);
Jumlah *node* pada *hidden layer* ini akan dilakukan *trial and error* sampai didapatkan konfigurasi model terbaik. Hal ini karena harus dilakukan

percobaan dengan menggunakan jumlah *node* pada *hidden layer* yang berbeda sampai didapatkan hasil yang terbaik [13]. Jumlah *node* pada *hidden layer* yang digunakan dalam proses *trial and error* proses pelatihan jaringan syaraf tiruan adalah 5, 7, 9, 11, 13, dan 15.

- c. Jumlah *layer* keluaran (*output layer*);
- d. *Learning rate* : nilai *learning rate* yang dipakai adalah 0,01 [14].
- e. Inisialisasi kesalahan (*error goal*) : nilai target dari kesalahan yang dipakai adalah 0,001 [15];
- f. Inisialisasi *epoch* : nilai iterasi maksimal yang ditentukan adalah 10.000 [16].

Tabel 2 Rancangan Parameter Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi Jumlah Pendaftar Haji Lansia di Provinsi Jawa Timur

No	Karakteristik	Jumlah	Uraian
1	<i>Input Layer</i>	Data Latih: 10 <i>node</i> Data Uji: 10 <i>node</i>	Jumlah pendaftar setiap tahun, untuk pelatihan dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2013, untuk pengujian dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2018.
2	<i>Hidden Layer</i>	5,7,9,11,13,15	Jumlah pendaftar, untuk pelatihan sebagai target tahun 2014, untuk pengujian sebagai target tahun 2019
3	<i>Output Layer</i>	1 <i>node</i>	
4	<i>Learning Rate</i>	0,01	
5	<i>Error Goal</i>	0,001	
6	Maksimal <i>Epoch</i>	10.000	

Variabel untuk pelatihan yang digunakan dalam memprediksi jumlah pendaftar haji lansia di Provinsi Jawa Timur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Variabel Pelatihan untuk Memprediksi Pendaftar Haji Lansia di Provinsi Jawa Timur

No	Variabel	Nama Kriteria
1	X1	Data pendaftar tahun 2004
2	X2	Data pendaftar tahun 2005
3	X3	Data pendaftar tahun 2006
4	X4	Data pendaftar tahun 2007
5	X5	Data pendaftar tahun 2008
6	X6	Data pendaftar tahun 2009
7	X7	Data pendaftar tahun 2010
8	X8	Data pendaftar tahun 2011
9	X9	Data pendaftar tahun 2012
10	X10	Data pendaftar tahun 2013
11	Target	Data pendaftar tahun 2014

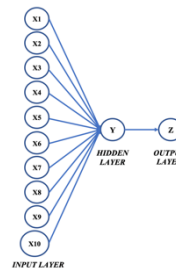
Adapun variabel pengujian yang digunakan dalam memprediksi jumlah pendaftar haji lansia di Provinsi Jawa Timur dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Variabel Pengujian untuk Memprediksi Pendaftar Haji lansia di Provinsi Jawa Timur

No	Variabel	Nama Kriteria
1	X1	Data pendaftar tahun 2009
2	X2	Data pendaftar tahun 2010
3	X3	Data pendaftar tahun 2011
4	X4	Data pendaftar tahun 2012
5	X5	Data pendaftar tahun 2013
6	X6	Data pendaftar tahun 2014
7	X7	Data pendaftar tahun 2015
8	X8	Data pendaftar tahun 2016
9	X9	Data pendaftar tahun 2017
10	X10	Data pendaftar tahun 2018
11	Target	Data pendaftar tahun 2019

2.5. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Hasil rsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Arsitektur Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Tahapan yang dilakukan pada saat pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan, yaitu:

- a. Tahapan Inisialisasi, terdiri dari:
 - 1) Inisialisasi jumlah *neuron* pada *layer* masukan;
 - 2) Inisialisasi jumlah *neuron* pada *layer* tersembunyi berdasarkan hasil percobaan (*trial and error*) dengan cara mengubah *layer* tersembunyi secara terus menerus sampai diperoleh konfigurasi terbaik yaitu jumlah *epoch* yang terkecil;
 - 3) Inisialisasi jumlah *neuron* pada *layer* keluaran, terdiri dari 1 simpul keluaran;
 - 4) Inisialisasi bobot awal;
 - 5) Inisialisasi *learning rate* sebesar 0,01;
 - 6) Inisialisasi *error goal* sebesar 0,001;
 - 7) Inisialisasi maksimal *epoch* sebesar 10.000;
 - 8) Fungsi aktivasi.
- b. Tahapan Pelatihan, terdiri dari:
 - 1) Data masukan dirambatkan maju ke *input* jaringan (*feedforward*);
 - 2) Dilakukan perhitungan dan nilai *output* yang diperoleh dirambatkan balik/propagasi balik;
 - 3) Pembaharuan nilai bobot dan bias.

2.6. Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan

Tahapan yang dilakukan pada saat pengujian Jaringan Syaraf Tiruan, yaitu:

- a. Tahapan Inisialisasi, terdiri dari:
 - 1) Inisialisasi jumlah *neuron* pada *layer* masukan;

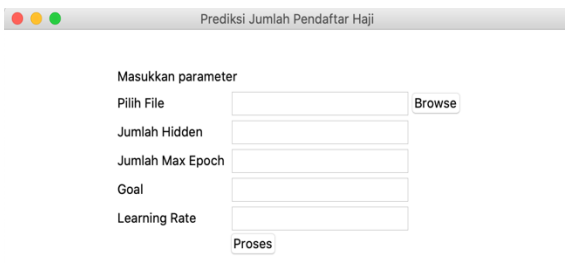
- 2) Inisialisasi jumlah *neuron* pada *layer* tersembunyi berdasarkan arsitektur terbaik dari hasil pelatihan;
 - 3) Inisialisasi jumlah *neuron* pada *layer* keluaran, terdiri dari 1 simpul keluaran;
 - 4) Inisialisasi bobot awal berdasarkan hasil pelatihan;
 - 5) Fungsi aktivasi.
- b. Tahapan Pengujian, terdiri dari:
- 1) Data masukan dirambatkan maju ke *input* jaringan (*feedforward*);
 - 2) Dilakukan perhitungan nilai *output* yang diperoleh

2.8. Pengolahan Data Akhir

Setelah data dilatih dan diuji, hasil pengujian kemudian dilakukan perhitungan selisihnya dengan data aktual. Setelah itu dilakukan perhitungan prediksi pendaftar haji lansia untuk tahun berikutnya, Perhitungan yang digunakan adalah perhitungan *error* menggunakan metode perhitungan *Means Square Error* (MSE), *Means Absolute Percentage Error* (MAPE), nilai akurasi, prediksi pendaftar tahun 2020 yang dibandingkan dengan pendaftar aktual tahun 2020.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membangun model jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang tepat dalam memprediksi jumlah pendaftar haji lansia dilakukan penelitian dengan terlebih dahulu melakukan identifikasi masalah, pengumpulan data set, dan pengolahan data. Setelah itu langkah berikutnya adalah pembentukan jaringan syaraf tiruan dengan melakukan pelatihan jaringan syaraf tiruan. Pelatihan jaringan yang dilakukan dengan menggunakan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang telah dirancang dan dengan melakukan *trial and error* pada *node hidden layer* berjumlah 5, 7, 9, 11, 13, dan 15. Proses pelatihan jaringan akan berhenti apabila jumlah iterasi telah melebihi batas maksimum yang ditentukan yaitu 10.000 iterasi, atau pelatihan akan dihentikan jika target kesalahan yang ditentukan telah tercapai.

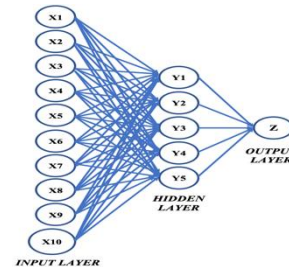


Gambar 4 Antarmuka Aplikasi Python

Pada penelitian ini untuk memproses pelatihan dan pengujian metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan menggunakan Bahasa

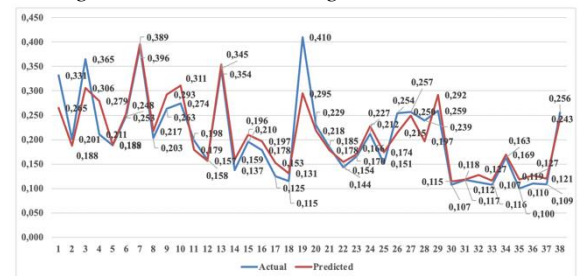
pemrograman *python* dengan antar muka aplikasi sebagaimana pada Gambar 4.

3.1. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan 5 node pada hidden layer



Gambar 5 Arsitektur Pelatihan Model 10-5-1

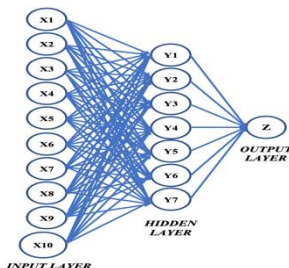
Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan model 5 *node hidden layer* (10-5-1) sebagaimana arsitektur jaringan syaraf tiruan pada Gambar 5 yaitu input sebanyak 10 *node*, jumlah *node* pada *hidden layer* 5, jumlah maksimal *epoch* 10.000, *error goal* 0,001, dan *learning rate* 0,01.



Gambar 6 Perbandingan Aktual dan Hasil Prediksi Model 10-5-1

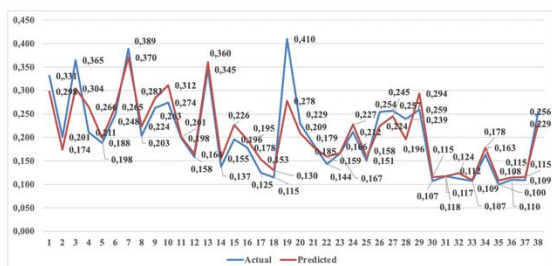
Pelatihan model 10-5-1 menunjukkan hasil MSE yang diperoleh sebesar 0,000996759 dengan akurasi sebesar 89,80%, sedangkan perbandingan antara nilai aktual dengan nilai prediksi yang diperoleh dari hasil pelatihan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.

3.2. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan 7 node pada hidden layer



Gambar 7 Arsitektur Pelatihan Model 10-7-1

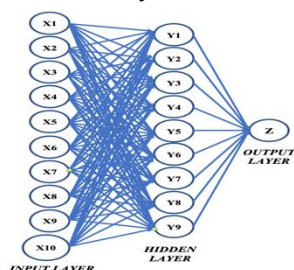
Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan model 7 *node hidden layer* (10-7-1) sebagaimana arsitektur jaringan syaraf tiruan pada Gambar 7 yaitu input sebanyak 10 *node*, jumlah *node* pada *hidden layer* 7, jumlah maksimal *epoch* 10.000, *error goal* 0,001, dan *learning rate* 0,01.



Gambar 8 Perbandingan Aktual dan Hasil Prediksi Model 10-7-1

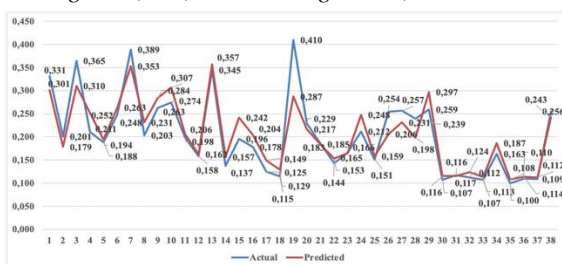
Pelatihan model 10-7-1 menunjukkan hasil MSE yang diperoleh sebesar 0,000998514 dengan akurasi sebesar 90,20%, sedangkan perbandingan antara nilai aktual dengan nilai prediksi yang diperoleh dari hasil pelatihan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.

3.3. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan 9 node pada hidden layer



Gambar 9 Arsitektur Pelatihan Model 10-9-1

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan model 9 node hidden layer (10-9-1) sebagaimana arsitektur jaringan syaraf tiruan pada Gambar 9 yaitu input sebanyak 10 node, jumlah node pada hidden layer 9, jumlah maksimal epoch 10.000, error goal 0,001, dan learning rate 0,01.

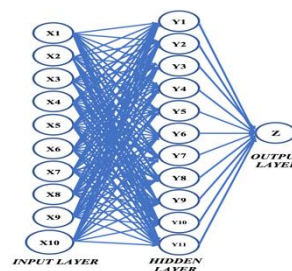


Gambar 10 Perbandingan Aktual dan Hasil Prediksi Model 10-9-1

Pelatihan model 10-9-1 menunjukkan hasil MSE yang diperoleh sebesar 0,000996102 dengan akurasi sebesar 89,88%, sedangkan perbandingan antara nilai aktual dengan nilai prediksi yang diperoleh dari hasil pelatihan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10.

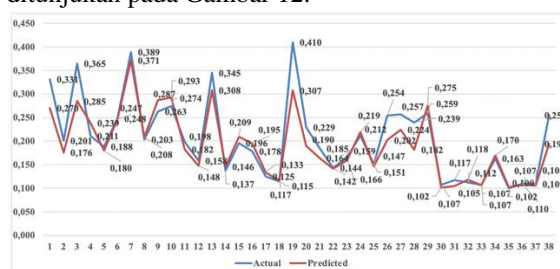
3.4. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan 11 node pada hidden layer

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan model 11 node hidden layer (10-11-1) sebagaimana arsitektur jaringan syaraf tiruan pada Gambar 11 yaitu input sebanyak 10, jumlah node pada hidden layer 11, jumlah maksimal epoch 10.000, error goal 0,001, dan learning rate 0,01.



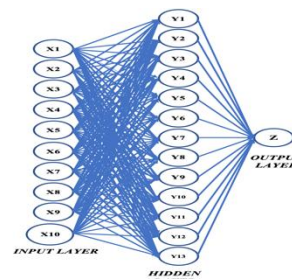
Gambar 11 Arsitektur Pelatihan Model 10-11-1

Pelatihan model 10-11-1 menunjukkan hasil MSE yang diperoleh sebesar 0,001029346 dengan akurasi sebesar 89,93%, sedangkan perbandingan antara nilai aktual dengan nilai prediksi yang diperoleh dari hasil pelatihan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 12.



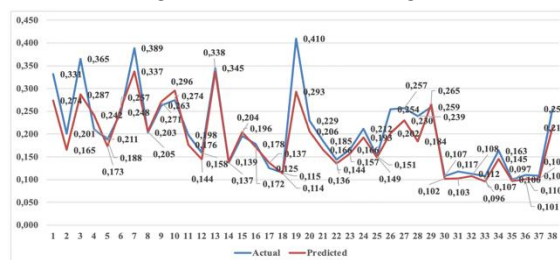
Gambar 12 Perbandingan Aktual dan Hasil Prediksi Model 10-11-1

3.5. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan 13 node pada hidden layer



Gambar 13 Arsitektur Pelatihan Model 10-13-1

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan model 13 node hidden layer (10-13-1) sebagaimana arsitektur jaringan syaraf tiruan pada Gambar 13 yaitu input sebanyak 10 node, jumlah node pada hidden layer 13, jumlah maksimal epoch 10.000, error goal 0,001, dan learning rate 0,01.

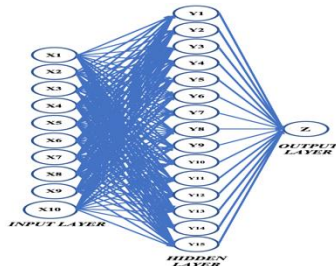


Gambar 14 Perbandingan Aktual dan Hasil Prediksi Model 10-13-1

Pelatihan model 10-13-1 menunjukkan hasil MSE yang diperoleh sebesar 0,001060708 dengan

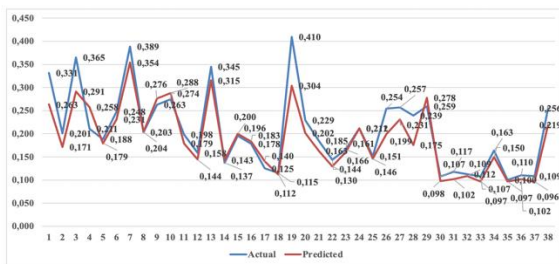
akurasi sebesar 89,29%, sedangkan perbandingan antara nilai aktual dengan nilai prediksi yang diperoleh dari hasil pelatihan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 14.

3.6. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan 15 node pada hidden layer



Gambar 15 Arsitektur Pelatihan Model 10-15-1

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan model 15 node hidden layer (10-15-1) sebagaimana arsitektur jaringan syaraf tiruan pada Gambar 15 yaitu input sebanyak 10 node, jumlah node pada hidden layer 15, jumlah maksimal epoch 10.000, error goal 0,001, dan learning rate 0,01.



Gambar 16 Perbandingan Aktual dan Hasil Prediksi Model 10-15-1

Dari hasil proses pelatihan dengan menggunakan jumlah node hidden layer sebanyak 5, 7, 9, 11, 13 dan 15, diperoleh hasil akurasi dan MSE sebagaimana pada rekapitulasi model yang ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini:

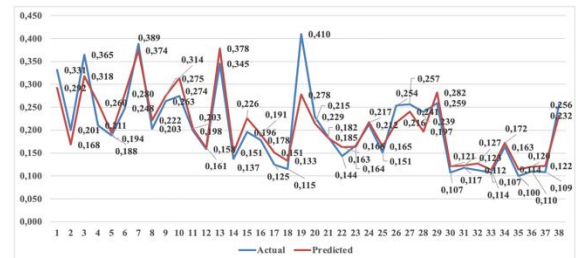
Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Rekapitulasi Model			
Model	Epochs	MSE	Akurasi (%)
10-5-1	220	0,000996759	89,80
10-7-1	679	0,000998514	90,20
10-9-1	797	0,000996102	89,88
10-11-1	1076	0,001029346	89,93
10-13-1	2598	0,001060708	89,29
10-15-1	6400	0,001048210	88,89

Berdasarkan hasil sebagaimana pada Tabel 5 di atas, maka didapat model arsitektur terbaik diantara model 10-5-1, 10-7-1, 10-9-1, 10-11-1, 10-13-1 dan 10-15-1 adalah pelatihan jaringan syaraf tiruan yang menggunakan model 10-7-1 dengan akurasi kebenaran mencapai 90,20% dan nilai MSE adalah 0,000998514.

3.7. Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan

Tahap pengujian jaringan syaraf tiruan digunakan untuk menguji validasi data yang telah dilakukan pada tahap pelatihan dengan memasukan data baru yang belum pernah dilatih sebelumnya untuk mengetahui nilai akurasi yang dihasilkan. Data yang digunakan pada tahap pengujian jaringan syaraf tiruan adalah data uji yang sudah ditentukan yaitu dengan jumlah node pada input layer sebanyak 10 masukan. Tahap pengujian jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan menggunakan nilai bobot yang diperoleh dari tahap pelatihan jaringan. Pada tahap pengujian jaringan hanya menggunakan tahap feedforward pada algoritma pembelajaran backpropagation. Pengujian dilakukan dengan menggunakan arsitektur terbaik hasil pelatihan yaitu model 10-7-1.



Gambar 17 Perbandingan Aktual dan Prediksi Hasil Pengujian

Hasil dari pengujian tersebut didapat nilai MSE sebesar 0,010305753 dengan nilai akurasi sebesar 75,96%, sedangkan perbandingan antara nilai aktual dengan nilai prediksi yang diperoleh dari hasil pengujian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 17.

3.8. Pengolahan Data Akhir

Pada pengolahan data akhir ini akan dilakukan prediksi pendaftar haji lansia untuk tahun 2020 dengan menggunakan arsitektur dan model terbaik yang telah dilakukan pada saat pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan. Data yang digunakan sebagai input untuk memprediksi pendaftar haji lansia tahun 2020 adalah data jumlah pendaftar tahun 2010 sampai dengan 2019 (10 tahun), sedangkan jumlah neuron pada hidden layer ditentukan sebanyak 7 node sebagaimana telah digunakan pada pelatihan dan pengujian. Kemudian dilakukan prediksi dengan arsitektur/model 10-7-1, dimana input layer terdiri dari 10 node, hidden layer terdiri dari 7 node, dan output layer terdiri dari 1 node.

Hasil prediksi pendaftar haji lansia dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan ditunjukkan pada Tabel 6. Kolom Prediksi menggambarkan hasil perhitungan yang didapat dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan, kolom Hasil Denormalisasi menggambarkan transformasi dari hasil perhitungan jaringan syaraf tiruan menjadi angka normal menggunakan rumus [17] denormalisasi sebagaimana rumus nomor 2.

$$X = \frac{(X' - 0,1)(X_{max} - X_{min})}{0,8} + X_{min} \quad (2)$$

Dimana:

- X : Nilai denormalisasi
- X' : Nilai normalisasi
- Xmin : Nilai minimal
- Xmax : Nilai maksimal

Tabel 6 Hasil Prediksi Pendaftar Haji Lansia Tahun 2020

Data Ke	Prediksi	Hasil Denormalisasi	Prediksi Jumlah Pendaftar
1	0,27651482	195.62	196
2	0,18517534	95.95	96
3	0,31870551	241.66	242
4	0,26555963	183.67	184
5	0,15934186	67.76	68
6	0,22444859	138.80	139
7	0,3666956	294.03	294
8	0,26108076	178.78	179
9	0,32175952	244.99	245
10	0,29123229	211.68	212
11	0,21545162	128.99	129
12	0,17143497	80.95	81
13	0,33689985	261.52	262
14	0,16826624	77.50	78
15	0,21477981	128.25	128
16	0,20248416	114.84	115
17	0,16046849	68.99	69
18	0,12234509	27.38	27
19	0,442339	376.58	377
20	0,23583267	151.23	151
21	0,21944442	133.34	133
22	0,17898508	89.19	89
23	0,21836189	132.16	132
24	0,29009333	210.44	210
25	0,13392513	40.02	40
26	0,3098601	232.01	232
27	0,23155094	146.55	147
28	0,24038389	156.19	156
29	0,29985507	221.09	221
30	0,11977721	24.58	25
31	0,12300291	28.10	28
32	0,12707326	32.54	33
33	0,12379519	28.97	29
34	0,19394058	105.51	106
35	0,10954887	13.42	13
36	0,12049353	25.36	25
37	0,11877542	23.49	23
38	0,28923098	209.50	210

Tabel 7 menunjukkan perbandingan antara nilai prediksi pendaftar haji lansia tahun 2020 dengan nilai aktual pendaftar haji lansia per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Nilai aktual pendaftar haji lansia tahun 2020 ditarik dari data Siskohat Direktorat Jenderal Penyelenggaraan Haji dan Umrah Kementerian Agama.

Tabel 7 Perbandingan Nilai Prediksi dengan Nilai Aktual Pendaftar Haji Lansia Tahun 2020

No	Kabupaten/Kota	Prediksi 2020	Aktual 2020
1	KAB. B L I T A R	196	289
2	KAB. BANGKALAN	96	98
3	KAB. BANYUWANGI	242	254
4	KAB. BOJONEGORO	184	256
5	KAB. BONDOWOSO	68	95
6	KAB. GRESIK	139	175
7	KAB. J E M B E R	294	332
8	KAB. JOMBANG	179	243
9	KAB. K E D I R I	245	311
10	KAB. LAMONGAN	212	293
11	KAB. LUMAJANG	129	135
12	KAB. M A D I U N	81	99
13	KAB. M A L A N G	262	385
14	KAB. MAGETAN	78	138
15	KAB. MOJOKERTO	128	173
16	KAB. N G A N J U K	115	147
17	KAB. N G A W I	69	95
18	KAB. PACITAN	27	31
19	KAB. PAMEKASAN	377	435
20	KAB. PASURUAN	151	176
21	KAB. PONOROGO	133	129
22	KAB. PROBOLINGGO	89	132
23	KAB. SAMPANG	132	87
24	KAB. SIDOARJO	210	229
25	KAB. SITUBONDO	40	43
26	KAB. SUMENEP	232	331
27	KAB. T U B A N	147	230
28	KAB. TRENGGALEK	156	176
29	KAB. TULUNGAGUNG	221	307
30	KOTA B A T U	25	44
31	KOTA BLITAR	28	29
32	KOTA KEDIRI	33	54
33	KOTA MADIUN	29	24
34	KOTA MALANG	106	125
35	KOTA MOJOKERTO	13	10
36	KOTA PASURUAN	25	22
37	KOTA PROBOLINGGO	23	22
38	KOTA SURABAYA	210	227
Jumlah		5.124	6.381

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian yang telah dibahas di atas terkait dengan pelatihan, pengujian dan prediksi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* pada data pendaftar haji lansia di Provinsi Jawa Timur, maka dapat diambil kesimpulan bahwa model terbaik pelatihan untuk memprediksi pendaftar haji lansia dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan adalah model arsitektur dengan konfigurasi 10-7-1 dimana tingkat akurasi yang diperoleh adalah 90,20%, MAPE 9.8% dan nilai MSE 0,000998514.

Secara total hasil prediksi pendaftar haji lansia tahun 2020 di Provinsi Jawa Timur menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* sejumlah 5.124 pendaftar, bila dibandingkan dengan pendaftar haji lansia pada tahun 2019 yaitu 10.185 pendaftar, maka prediksi pendaftar haji lansia mengalami penurunan. Demikian juga perbandingan jumlah pendaftar aktual tahun 2020 dengan jumlah pendaftar tahun 2019 mengalami penurunan.

Dengan dibangunnya model prediksi pendaftar haji lansia, maka pengambil kebijakan akan mudah mendapatkan data prediksi jumlah pendaftar haji

lansia untuk setiap tahun ke depan, dan model prediksi pendaftar haji lansia ini dapat digunakan oleh pengambil kebijakan untuk menetapkan kuota haji bagi Jemaah Haji lansia sehingga antrian keberangkatan bagi Jemaah Haji lansia tidak terlalu lama.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Putuhena., 2007. "Histografi Haji Indonesia", *LKis Yogyakarta*, pp. 1–88. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [2] Siskohat, 2020. "Pendaftar dan Masa Tunggu Jemaah Haji Reguler", *Direktorat Jenderal Penyelenggaraan Haji dan Umrah*, pp. 1–3.
- [3] Kemenag, 2019. "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Ibadah Haji dan Umrah", *Kementerian Agama Republik Indonesia*, pp. 1–51.
- [4] Kemenhub, 2009. "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan", *Kementerian Perhubungan Republik Indonesia*, pp. 1–371.
- [5] S. M. Shaarawy., E. A. Khan., dan M. A. Elgamal., 2014. "Modeling and Forecasting the Number of Pilgrims Coming from Outside the Kingdom of Saudi Arabia Using Bayesian and Box-Jenkins Approaches", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 5(4), pp. 199–207. doi: 10.14569/ijacsa.2014.050429.
- [6] E. A. Khan., M. A. Elgamal., dan S. M. Shaarawy., 2015. "Forecasting the Number of Muslim Pilgrims Using NARX Neural Networks with a Comparison Study with Other Modern Methods", *British Journal of Mathematics & Computer Science*, 6(5), pp. 394–401. doi: 10.9734/bjmcs/2015/14563.
- [7] M. Elgamal., 2016. "Forecasting the Number of Muslim Pilgrims Using Fuzzy Time Series", *International Journal of Engineering Innovation & Research*, 5(1), pp. 66–72.
- [8] N. P. Sakinah., I. Cholissodin., dan A. W. Widodo., 2018. "Prediksi Jumlah Permintaan Koran Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(7), pp. 2612–2618.
- [9] M. P. Raharyani., R. R. M. Putri., dan B. D. Setiawan., 2018. "Implementasi Algoritme Support Vector Regression Pada Prediksi Jumlah Pengunjung Pariwisata", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(4), pp. 1501–1509.
- [10] B. Putro., M. T. Furqon., dan S. H. Wijoyo., 2018. "Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Exponential Smoothing (Studi Kasus: PDAM Kota Malang)", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(11), pp. 4679–4686.
- [11] A. H. Baksir., A. Fuad., dan F. Tempola., dan Rosihan., 2020. "Prediction of Fertility Quality Levels With Artificial Neural", *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 3(2), pp. 107–112. doi: 10.33387/jiko.
- [12] M. Sofian., dan Y. Apriani., 2017. "Metode Peramalan Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagatin (Studi Kasus Peramalan Curah Hujan Kota Palembang)", *Jurnal Mipa*, 40(2), pp. 87–91.
- [13] A. D. Alexander dan T. S. Lestari., 2017. "Pengaruh Jumlah Hiden Layer Terhadap Performa Neural Network Dalam Prediksi Website Phishing", *Jurnal Kajian Ilmiah*, (May), pp. 14–18.
- [14] M. R. Lubis., 2018. "Model Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Meningkatkan Penguasaan Mahasiswa Pada Matakuliah Algoritma Dan Pemrograman", *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika*, 21(1), pp. 91–94. doi: 10.31294/p.v21i1.5079.
- [15] N. F. Hasan., K. Kusri., dan H. AL. Fatta., 2019. "Analisis Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Penjualan Air Minum Dalam Kemasan", *Jurti*, 3(1), pp. 1–10.
- [16] W. Saputra., Tulus., M. Zarlis., R. W. Sembiring dan D. Hartama., 2017. "Analysis Resilient Algorithm on Artificial Neural Network Backpropagation", *Journal of Physics: Conference Series*, 930(1). doi: 10.1088/1742-6596/930/1/012035.
- [17] A. Revi., S. Solikhun., dan M. Safii., 2018. "Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Produksi Daging Sapi Berdasarkan Provinsi", *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 2(1), pp. 297–304. doi: 10.30865/komik.v2i1.941.