

Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara Ke Bali dengan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Wayan Gede Suka Parwita¹, Ni Putu Popy Sukraeni²

^{1,2}Teknik Informatika, STIMIK STIKOM Indonesia

¹gede.suka@gmail.com, ²popysukraeni7422@gmail.com

Abstract

The Central Statistics Agency declared that the number of foreign tourist visits to Indonesia in January 2020 reached 1,272,083 visits, where the number of visits increased by 5.85 percent compared to the number of visits in January 2019. Meanwhile, when compared to December 2019, the number of foreign tourists visiting in January 2020 decreased by 7.62 percent. One of the areas that become a destination for foreign tourists in Indonesia is Bali. Currently Bali, especially in the tourism sector, provides a major contribution to the Indonesian economy. As a form of tourism development in Bali and to responses this surge, it is necessary to have a strategy for the future that can anticipate dynamic environmental changes and as much as possible the negative impacts such as a decrease in the number of foreign tourists to Bali. One of the ways to anticipate these obstacles can be done by forecasting the number of tourist arrival due to the need readiness of related parties. This study uses the backpropagation neural network method. The architecture used for air lines is 12-7-1 and for sea routes is 12-10-1. The results showed that the airline forecast accuracy rate was 88,137% with MSE value of 0.133751 and a sea lane accuracy rate of 42,044% with MSE value of 0.052258.

Keywords: forecasting, artificial neural networks, backpropagation

Abstrak

Badan Pusat Statistik menyatakan bahwa jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia Januari 2020 mencapai 1.272.083 kunjungan, dimana jumlah kunjungan mengalami kenaikan 5,85 persen dibandingkan jumlah kunjungan pada Januari 2019. Sementara itu, jika dibandingkan dengan desember 2019, jumlah kunjungan wisman pada januari 2020 mengalami penurunan sebesar 7,62 persen. Salah satu kunjungan wisatwan mancanegara ke Indonesia adalah bali. Saat ini sektor pariwisata bali sangat berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Sebagai bentuk perkembangan pariwisata dibali dan untuk menyikapi lonjakan tersebut, maka perlu adanya suatu strategi yang diharapkan dapat mengantisipasi perubahan-perubahan lingkungan yang dinamis dan menghindari sejauh mungkin dampak negatif yang ditimbulkan seperti penurunan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke bali. Salah satu cara dalam melakukan antisipasi tersebut dapat dilakukan dengan melakukan peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dikarena perlunya kesiapan dari pihak terkait. Penelitian ini menggunakan metode jaringan syaraf tiruan backpropagation. Arsitektur yang digunakan pada jalur udara adalah 12-7-1 dan untuk jalur laut adalah 12-10-1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat akurasi ramalan melalui udara sebesar 88,137% dengan nilai MSE sebesar 0.13375 dan tingkat akurasi melalui laut sebesar 42,044% dengan nilai MSE sebesar 0.052258.

Kata kunci: peramalan, jaringan syaraf tiruan, backpropagation

1. PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwa jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia Januari 2020 mencapai 1.272.083 kunjungan, dimana jumlah kunjungan mengalami kenaikan 5,85 persen dibanding jumlah kunjungan pada Januari 2019, yaitu sebanyak 1.201.735 kunjungan wisatawan mancanegara. Sementara itu, jika dibandingkan dengan Desember 2019, jumlah kunjungan



wisman pada Januari 2020 mengalami penurunan sebesar 7,62 persen. Jumlah kunjungan wisatawan ke Indonesia melalui 16 Pintu Utama pada bulan Januari 2020 mencapai 796.934 kunjungan, mengalami kenaikan sebesar 9,02 persen dibandingkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada bulan yang sama tahun sebelumnya.

Salah satu tujuan kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia adalah Bali. Bali sangat terkenal baik dalam negeri maupun mancanegara karena memiliki sektor unggulan yaitu sektor pariwisata. Saat ini sektor pariwisata Bali memegang sangat berperanan penting dalam perekonomian Indonesia. Dalam usaha mengembangkan pariwisata di Bali sangat diperlukan program yang terarah dan tepat. Oleh karenanya pihak-pihak yang terkait telah berupaya meningkatkan kegiatan pemasaran, perbaikan berbagai fasilitas dan pelayanan yang diperlukan wisatawan mancanegara.

Mengingat pariwisata menjadi sektor ekonomi yang cukup penting bagi devisa Negara serta pariwisata memerlukan investasi dalam banyak aspek, termasuk pembangunan infrastruktur lalu lintas, bandara internasional, fasilitas transportasi umum, hotel wisata, serta fasilitas rekreasi di tempat-tempat wisata, yang semua memerlukan waktu yang lama dalam perencanaan konstruksinya. Dengan begitu, maka perlu adanya suatu strategi yang diharapkan dapat mengantisipasi perubahan-perubahan lingkungan yang dinamis dan menghindari sejauh mungkin dampak negatif yang ditimbulkan seperti penurunan jumlah wisatawan mancanegara ke Bali [1]. Salah satu cara dalam melakukan antisipasi tersebut dapat dilakukan dengan peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dikarena perlunya kesiapan dari pihak terkait.

Peramalan (*forecasting*) adalah kegiatan memperkirakan atau memprediksikan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang dengan waktu yang relative lama. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang [2]. Sedangkan ramalan adalah suatu situasi atau kondisi yang akan diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang [3]. Untuk memprediksi hal tersebut diperlukan data yang akurat di masa lalu, sehingga dapat dilihat prospek situasi dan kondisi di masa yang akan datang. Salah satu Teknik yang baik digunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan metode *backpropagation*. *Backpropagation* adalah pelatihan jenis terkontrol dimana menggunakan pola penyesuaian bobot untuk mencapai nilai kesalahan yang minimum antara keluaran hasil estimasi dengan keluaran yang nyata [4]. Diharapkan dengan adanya penggunaan metode ini maka akan didapatkan hasil seperti yang diinginkan, karena algoritma *backpropagation* memiliki tingkat error yang rendah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Metodologi penelitian merupakan urutan dalam melakukan penelitian. Dimaksudkan agar penelitian lebih terkonsep dan terarah sesuai tujuan yang ingin dicapai, sehingga menghasilkan sistem yang telah teruji dan dapat memecahkan permasalahan yang diteliti. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

a) Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan dan melengkapi data yang di perlukan untuk melakukan penelitian, dalam hal ini adalah berupa data historis kunjungan wisatawan mancanegara di bali beberapa tahun yang lalu. Data tersebut berupa data jumlah kunjungan wisatawan yang datang ke bali melalui pintu masuk udara dalam rentang waktu dari tahun 2008-2019 dan laut dalam rentang waktu dari tahun 2017-2019 [5]. Kedua data tersebut diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) atau www.bps.go.id. Kedua jenis data historis (melalui pintu masuk udara dan pintu masuk laut) tersebut diatas adalah data bulanan.

b) Praproses Data

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (*human cognition*) [6]. Praproses data dimaksudkan untuk mempersiapkan dan memperlakukan data melalui pintu masuk udara dan pintu masuk laut agar dapat diproses atau diterapkan pada model JST yang akan dikembangkan, beberapa tahapan dapat disampaikan sebagai berikut:

1) Koreksi Data

Koreksi terhadap data perlu dilakukan, baik terhadap *record* data pintu masuk udara maupun laut yang hilang (*missing value*) dengan cara yang dapat dibenarkan yaitu dengan mengganti nilai tersebut dengan nilai rata-rata.

2) Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan dengan maksud untuk mempermudah proses perhitungan yaitu dengan mentransformasi nilai data kedalam *range* atau rentang nilai tertentu. Misalnya *range* data ditransformasi menjadi 0 dan 1, artinya data minimal adalah 0 dan data maksimum adalah 1. Hal ini disesuaikan dengan kebutuhan ataupun metode aktivasi yang diterapkan pada model JST yang di kembangkan.

c) Data *Training* dan data *Testing*

Membagi data menjadi 2 bagian, untuk keperluan pelatihan (*data training*) dan pengujian (*data testing*) agar menjadi data sebagai *input* (vektor *input*) maupun sebagai target (*output*) yang sesuai dengan model JST yang dikembangkan [7].

d) Rancangan model dengan Jaringan Syaraf Tiruan

Sebuah JST dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau aplikasi data, melalui proses pembelajaran. Integrasi JST ke dalam hardware bahkan membuka peluang dalam area seperti sistem kontrol, robotic, and navigasi [8][9]. Belajar dalam sistem biologis melibatkan penyesuaian terhadap koneksi synaptic yang ada antara neuron. Hal ini berlaku juga untuk JST [10]. Rancangan model peramalan jumlah kunjungan wisatawan ke Bali dilakukan dengan membangun JST dengan metode pembelajaran *backpropagation*, kemudian melakukan perubahan pada *learning rate* dan jumlah neuron pada *hidden layer*



dengan *trial and error*, dengan harapan agar terjadinya konvergen menjadi cepat. Jaringan akan menyesuaikan nilai bobotnya sebagai tanggapan atas pola masukan dan sasaran yang disajikan tersebut [11].

e) Pengujian Model

Model JST dibuat untuk memberikan kemampuan jaringan mengenali pola. Model JST dibentuk sesudah menetapkan data latih dan data uji [12]. Pengujian pada model JST dilakukan untuk mengetahui ketepatan atau akurasi hasil atau *output* dari peramalan yang dibangun, dibandingkan dengan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara yang sebenarnya. Metodologi penelitian digambarkan kedalam bentuk sebuah kerangka kerja. Penelitian dimulai dari mengidentifikasi masalah, menganalisa masalah, menentukan tujuan, studi literatur, mengumpulkan data, analisis data dan penentuan pola, pengolahan data dengan algoritma *backpropagation*, pengolahan data dengan aplikasi MATLAB sampai pada mengevaluasi akhir. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peramalan dengan JST Backpropagation dapat menghasilkan hasil ramalan yang cukup baik [13][14][15][16][17][18].

2.2. Sampling Data

Populasi dalam penelitian ini adalah jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke bali, sedangkan sampel pada penelitian ini adalah jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke bali melalui pintu masuk udara pada tahun 2008-2019 dan pintu masuk laut pada tahun 2017-2019 yang di peroleh dari Badan Pusat Statistik atau www.bps.go.id.

2.3. Normalisasi Data

Sebelum diproses, data dinormalisasi terlebih dahulu. Normalisasi terhadap data dilakukan agar keluaran jaringan sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan. Fungsi aktivasi yang peneliti gunakan dalam penelitian ini adalah fungsi aktivasi *sigmoid*. Merupakan fungsi pengolah jumlahan data *input* menjadi data *output*. Karakteristik yang harus ada pada fungsi aktivasi *Backpropagation* kontinue, dapat diturunkan, kontinue dan tidak menurun secara monoton, fungsi aktivasi merupakan lengkung *sigmoid* [14]. Fungsi aktivasi pada lapisan *output* mengikuti fungsi aktivasi pada lapisan sebelumnya. Arsitektur terbaik dipilih berdasarkan pada nilai *mean square error* (MSE) yang terkecil dari hasil pelatihan dan validasi [13]. Fungsi *sigmoid* adalah fungsi *asimtotik* (tidak pernah mencapai 0 atau 1), maka normalisasi data akan dilakukan pada interval yang lebih kecil yaitu (0,1; 0,9), ditunjukkan dengan persamaan (1)

$$X' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \quad (1)$$

Keterangan :

- 0.8 = ketetapan
- x = Nilai data ke-n
- a = Nilai data terendah
- b = Nilai data tertinggi

Data yang telah dinormalisasi digunakan dalam proses perhitungan algoritma *backpropagation*. Hasil normalisasi data yang telah dihitung dapat dilihat pada Tabel 1 untuk data jalur udara dan Tabel 2 untuk data jalur laut.

Tabel 1. Hasil Normalisasi Data Berdasarkan Udara

Bulan	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	0.1000	0.3497	0.1000	0.1708	0.6217	0.1000	0.1908	0.2776	0.1000	0.5012	0.1000	0.1735
Februari	0.3042	0.1000	0.2411	0.1000	0.1000	0.1746	0.1084	0.5738	0.2349	0.4799	0.3827	0.1000
Maret	0.3076	0.2967	0.2385	0.1111	0.2773	0.2758	0.1000	0.3177	0.1642	0.4141	0.5003	0.1259
April	0.2232	0.4781	0.1637	0.3363	0.2736	0.1990	0.1840	0.4188	0.2369	0.5600	0.5901	0.2897
Mei	0.4307	0.5007	0.3283	0.1759	0.2459	0.2541	0.2551	0.2668	0.3932	0.5909	0.6191	0.3269
Juni	0.6110	0.5890	0.6026	0.5505	0.5108	0.5619	0.6414	0.7384	0.4582	0.6382	0.6598	0.6390
Juli	0.8158	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.7860	0.9000	0.9000	0.9000	0.8800	0.9000	0.9000
Agustus	0.9000	0.8741	0.8036	0.6272	0.6762	0.9000	0.7030	0.3436	0.6443	0.9000	0.7484	0.8912
September	0.7925	0.7488	0.6875	0.6288	0.6987	0.8635	0.8391	0.8833	0.6696	0.7642	0.7040	0.8318
Oktober	0.7907	0.8150	0.6564	0.5420	0.6601	0.4713	0.7258	0.7989	0.5589	0.5252	0.5873	0.7175
November	0.5210	0.4460	0.3007	0.2943	0.4692	0.7786	0.3249	0.1000	0.4031	0.2386	0.2763	0.3696
Desember	0.5886	0.7790	0.5788	0.5823	0.8099	0.7381	0.7427	0.7790	0.6444	0.1000	0.5313	0.6163

Tabel 2. Hasil Normalisasi Data Berdasarkan Laut

Bulan	2017	2018	2019
Januari	0.9000	0.5289	0.4923
Februari	0.6650	0.9000	0.2200
Maret	0.3331	0.4943	0.9000
April	0.3970	0.1576	0.1041
Mei	0.3997	0.3061	0.1024
Juni	0.1334	0.4788	0.1020
Juli	0.1000	0.1013	0.1000
Agustus	0.2829	0.2209	0.2698
September	0.1023	0.1000	0.1015
Oktober	0.3658	0.2874	0.3026
November	0.3690	0.1029	0.6104
Desember	0.1628	0.3942	0.8811

2.4. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

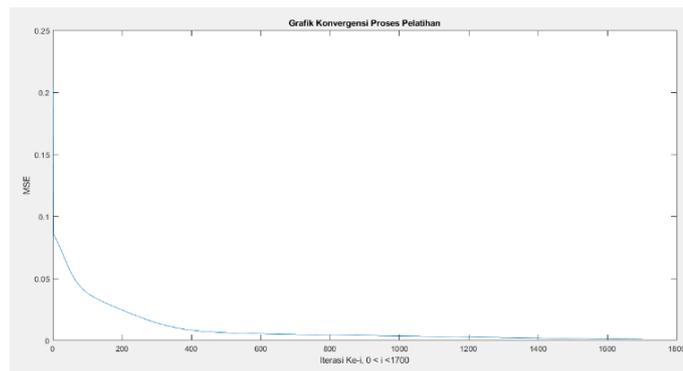
Proses pelatihan dilakukan sebagai proses pembelajaran bagi JST Backpropagation yang bertujuan untuk mengenali pola data. Pada proses pelatihan ini akan melatih bobot sehingga mampu mengenali pola data. Hasil dari proses pelatihan ini adalah bobot V , bobot W , dan bias yang terlatih. Pada proses pelatihan dibagi menjadi 2 yaitu pelatihan berdasarkan udara dan pelatihan berdasarkan laut.

2.4.1. Pelatihan JST Melalui Udara

Pada proses pelatihan berdasarkan pintu masuk udara data yang digunakan yaitu data dari tahun 2008 hingga 2015 dengan total data pelatihan sebanyak 96 data. Adapun parameter yang digunakan untuk mencari model terbaik adalah sebagai berikut :

- a) *Epoch* maksimum : 20.000.
- b) *Target Error* : 0.001.

Dari parameter diatas, akan dilakukan pemodelan sebanyak 63 kali dengan *neuron hidden layer* dan *learning rate* yang berbeda sehingga mampu di peroleh bobot yang sesuai untuk prediksi. Setelah dilakukan perhitungan, nilai MSE terkecil didapat pada proses ke-18 dengan parameter pelatihan *alpha* 0.9, *hidden neuron* 7 dan jumlah *epoch* 1700 *epoch* memperoleh nilai MSE sebesar 0.00099787 dengan waktu komputasi 5,615 detik. Gambar 1 merupakan grafik konvergensi proses pelatihan yang menghasilkan nilai MSE terkecil.



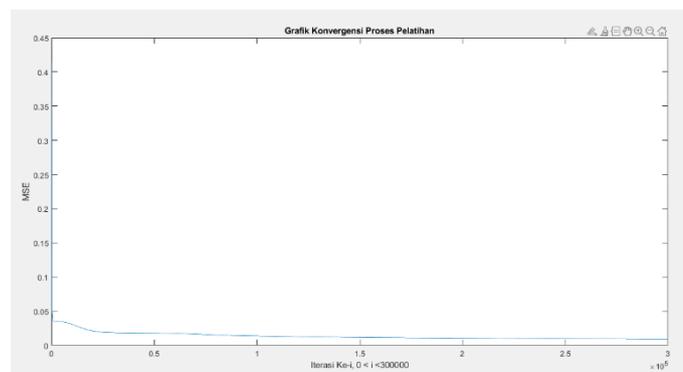
Gambar 1. Grafik Konvergensi Pelatihan Berdasarkan Udara

2.4.2. Pelatihan JST Melalui Laut

Pada proses pelatihan berdasarkan pintu masuk laut data yang digunakan yaitu data dari tahun 2017 hingga 2018 dengan total data pelatihan sebanyak 24 data. Adapun parameter yang digunakan untuk mencari model terbaik adalah sebagai berikut :

- a) *Epoch* maksimum : 300.000.
- b) *Target Error* : 0.001.

Dari parameter tersebut, akan dilakukan pemodelan sebanyak 63 kali dengan *neuron hidden layer* dan *learning rate* yang berbeda sehingga mampu di peroleh bobot yang sesuai untuk prediksi. Setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan nilai MSE terkecil pada proses ke-38 dengan parameter pelatihan *alpha* 0.2, *hidden neuron* 10 dan jumlah *epoch* 300.000 *epoch* memperoleh nilai MSE sebesar 0.0023407 dengan waktu komputasi 991,4825 detik. Gambar 2 merupakan grafik konvergensi proses pelatihan yang menghasilkan nilai MSE terkecil.



Gambar 2. Grafik Konvergensi Pelatihan Berdasarkan Laut



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi atau tingkat kesalahan dari data peramalan yang dihasilkan. Perhitungan peramalan pada tahap pengujian dilakukan menggunakan bobot-bobot yang telah didapatkan dari proses pelatihan. Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kesalahan data peramalan yang yang dihasilkan menggunakan bobot-bobot yang didapatkan dari hasil tahap pelatihan terbaik. Proses pengujian jaringan syaraf tiruan terbagi menjadi 2 yaitu proses pengujian jaringan syaraf tiruan berdasarkan udara dan proses pengujian jaringan syaraf tiruan berdasarkan laut.

3.1. Pengujian JST Melalui Udara

Pada proses pengujian berdasarkan pintu masuk udara, akan diperoleh suatu data prediksi dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2019. Tabel 3 merupakan hasil pengujian jaringan syaraf tiruan *backpropagation* kunjungan wisatawan mancanegara melalui udara.

Tabel 3. Prediksi Kunjungan Wisatawan Melalui Udara

Tahun	Prediksi	Aktual	Error	Akurasi	MSE		
2009	212337	173919	0.3459	81.907	0.08486		
	207610	146192	0.5530	70.417			
	207531	168036	0.3556	80.969			
	209498	188189	0.1919	89.829			
	204643	190697	0.1256	93.185			
	200426	200503	0.0007	99.962			
	195726	235042	0.3540	83.273			
	193842	232164	0.3450	83.494			
	196255	218245	0.1980	89.924			
	196294	225606	0.2639	87.007			
	202525	184622	0.1612	91.160			
	200948	221604	0.1860	90.679			
	2010	213943	178358	0.3860		83.367	0.18336
		223976	191362	0.3538		85.439	
212821		191125	0.2353	89.806			
204375		184230	0.2185	90.143			
199715		199401	0.0034	99.843			
193145		224695	0.3422	85.959			
181282		252110	0.7683	71.906			
181348		243222	0.6712	74.561			
185489		232516	0.5101	79.775			
183596		229651	0.4996	79.946			
200977		196856	0.0447	97.950			
186388		222497	0.3917	83.771			
2011		238227	208337	0.3075	87.453	0.1677	
		247954	201457	0.4783	81.248		
	236196	202539	0.3463	85.750			
	227805	224423	0.0348	98.515			
	222143	208832	0.1369	94.008			
	214439	245248	0.3170	87.438			
	202501	279219	0.7893	72.524			
	202751	252698	0.5138	80.235			
	206834	252855	0.4735	81.799			
	205113	244421	0.4044	83.918			
	223624	220341	0.0338	98.532			
	207914	248336	0.4159	83.723			
	2012	244262	249728	0.0703	97.811		0.15061
		249706	209160	0.5214	83.763		
240309		222950	0.2232	92.776			
240222		222657	0.2259	92.688			
2013		229492	220508	0.1155	96.085	0.27652	
		230393	241108	0.1378	95.556		
	219453	271371	0.6676	80.868			
	214984	253970	0.5013	84.649			
	221197	255717	0.4439	86.501			
	217236	252716	0.4563	85.961			
	234040	237874	0.0493	98.388			
	222302	264366	0.5409	84.089			
	237109	229561	0.0760	96.817			
	276034	236971	0.3931	85.848			
	251933	247024	0.0494	98.051			
	250724	239400	0.1140	95.483			
	241487	244874	0.0341	98.617			
	231728	275452	0.4400	84.126			
224789	297723	0.7340	75.503				
224193	309051	0.8540	72.542				
225577	305429	0.8036	73.856				
224663	266453	0.4206	84.316				
235181	296990	0.6221	79.188				
224851	292961	0.6855	76.751				
2014	273839	278685	0.0428	98.261	0.29261		
	311288	269367	0.3706	86.533			
	281926	268418	0.1194	95.209			
	283038	277925	0.0452	98.194			
	274140	285965	0.1045	95.865			
	262844	329654	0.5907	79.733			
	259413	358907	0.8796	72.279			
	259100	336628	0.6854	76.969			
	259484	352017	0.8181	73.713			
	260288	339200	0.6976	76.736			
	262608	293858	0.2763	89.366			
	259524	341111	0.7213	76.082			
	2015	292006	288755	0.0217		98.887	0.0009347
		335107	333072	0.0136		99.393	
287672		294758	0.0474	97.596			
306486		309888	0.0227	98.902			
290226		287141	0.0206	98.937			
365142		357712	0.0497	97.965			
387861		381890	0.0399	98.467			
305625		298638	0.0467	97.714			



Tahun	Prediksi	Aktual	Error	Akurasi	MSE		
	376131	379397	0.0218	99.139	0.056722		
	364579	366759	0.0146	99.406			
	265106	262180	0.0196	98.896			
	362562	363780	0.0081	99.665			
2016	379558	343663	0.2073	90.543	0.056722		
	428192	367024	0.3532	85.715			
	371227	354778	0.0950	95.569			
	395021	367370	0.1597	93.000			
	375940	394443	0.1068	95.309			
	473116	405686	0.3894	85.748			
	493101	482201	0.0629	97.789			
	406089	437929	0.1839	92.729			
	485252	442304	0.2480	91.149			
	475686	423140	0.3034	88.954			
	347422	396150	0.2814	87.700			
	474627	437946	0.2118	92.272			
	2017	392482	455930	0.1738		86.084	0.097506
		502240	448157	0.1481		89.232	
374439		424134	0.1361	88.283			
436248		477408	0.1127	91.378			
403342		488698	0.2338	82.534			
605398		505976	0.2723	83.577			
632312		594238	0.1043	93.979			
526392		601553	0.2058	87.506			
624135		551968	0.1976	88.437			
612547		464703	0.4049	75.864			
2018		332717	360043	0.0748	92.410	0.062676	
		614082	309440	0.8343	50.391		
		466555	345191	0.3479	73.987		
	563147	443805	0.3421	78.808			
	436489	484846	0.1386	90.026			
	513645	516143	0.0072	99.516			
	486200	526281	0.1149	92.384			
	639341	540462	0.2834	84.534			
	655782	624263	0.0904	95.194			
	609024	571380	0.1079	93.819			
	651360	555888	0.2737	85.343			
	642893	515181	0.3661	80.135			
	380445	406679	0.0752	93.549			
	638118	495641	0.4084	77.672			
	2019	512930	451708	0.2915	88.064		0.09776
		574172	436266	0.6565	75.982		
		501021	441707	0.2824	88.161		
		557182	476104	0.3860	85.449		
542000		483928	0.2765	89.286			
619328		549483	0.3325	88.722			
624147		604310	0.0944	96.822			
611713		602457	0.0441	98.487			
622796		589984	0.1562	94.732			
619987		565966	0.2572	91.287			
464658	492904	0.1345	94.269				
618080	544726	0.3492	88.132				

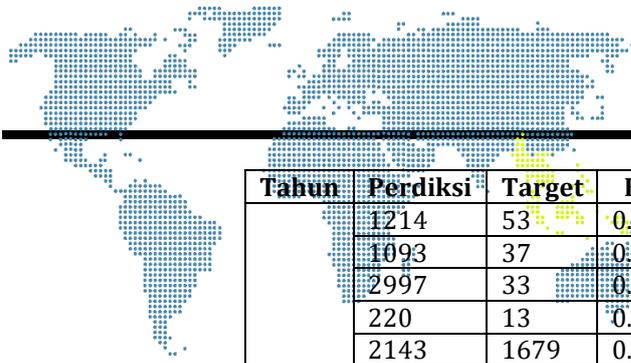
Berdasarkan tabel 4, dapat diketahui bahwa nilai *error* terkecil antara data prediksi dan data aktual yang diperoleh adalah sebesar 0.0007, kunjungan ini terjadi pada tahun 2009 bulan Juni. Sedangkan, untuk nilai *error* terbesar terjadi pada tahun 2014 bulan Juli yaitu sebesar 0.8796. Dimana, nilai rata-rata *error* yang dihasilkan adalah sebesar 0.2874 dengan nilai rata-rata MSE sebesar 0.133751 dan rata-rata tingkat akurasi sebesar 88,137%.

3.2. Pengujian JST Melalui Laut

Pada proses pengujian berdasarkan pintu masuk laut, akan diperoleh suatu data prediksi dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2019.

Tabel 4. Kunjungan Wisman Melalui Laut

Tahun	Prediksi	Target	Error	Akurasi	MSE
2018	4633	4626	0.0007	99.849	0.0090586
	8584	8616	0.0030	99.629	
	1871	4254	0.2217	43.982	
	1447	634	0.0756	43.815	
	1437	2231	0.0739	64.411	
	2993	4088	0.1019	73.214	
	213	29	0.0171	13.615	
	2418	1315	0.1026	54.384	
	410	15	0.0367	36.585	
	1614	2030	0.0387	79.507	
	1593	46	0.1439	2.888	
	3828	3178	0.0605	83.020	
	2019	1375	3862	0.2534	
5790		1190	0.4688	20.553	
1412		7862	0.6574	17.960	



Tahun	Prediksi	Target	Error	Akurasi	MSE
1214	53	0.1184	4.366		
1093	37	0.1076	3.385		
2997	33	0.3021	1.101		
220	13	0.0211	5.909		
2143	1679	0.0473	78.348		
403	28	0.0383	6.948		
1288	2001	0.0727	64.368		
1391	5021	0.3700	27.704		
3678	7677	0.4076	47.909		

Dimana, data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik berdasarkan pintu masuk laut terkait kunjungan wisatawan mancanegara bersifat tidak stabil. Sehingga mempengaruhi hasil prediksi berdasarkan dengan perolehan data tersebut. Tabel 4 merupakan hasil pengujian jaringan syaraf tiruan *backpropagation* kunjungan wisatawan mancanegara melalui laut. Berdasarkan tabel 4, dapat diketahui bahwa nilai *error* terkecil antara data prediksi dan data aktual yang diperoleh adalah sebesar 0.0007, kunjungan ini terjadi pada tahun 2018 bulan Januari. Sedangkan, untuk nilai *error* terbesar terjadi pada tahun 2019 bulan Maret yaitu sebesar 0.6574. Dimana, nilai rata-rata *error* yang dihasilkan adalah sebesar 0.1559 dengan nilai rata-rata MSE sebesar 0.052258 dan rata-rata tingkat akurasi sebesar 42,044%.

4. SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian adalah sebagai berikut :

- Pada kunjungan wisatawan mancanegara melalui udara pelatihan dengan nilai MSE terendah pada model prediksi berada pada nilai variabel pelatihan alpha 0.9, dengan jumlah hidden neuron sebanyak 7, maksimal epoch 1700 epoch dengan toleransi error 0.001. Lamanya waktu pelatihan tersebut membutuhkan durasi 5,615 detik MSE pelatihan yang dihasilkan sebesar 0.00099787 dan MSE pengujian sebesar 0.133751 dengan akurasi model prediksi yang dihasilkan sebesar 88,137%.
- Pada kunjungan wisatawan mancanegara melalui laut pelatihan dengan nilai MSE terendah pada model prediksi berada pada nilai variabel pelatihan alpha 0.2, dengan jumlah hidden neuron sebanyak 10, maksimal epoch 300.000 epoch dengan toleransi error 0.001. Lamanya waktu pelatihan tersebut membutuhkan durasi 991,4825 detik MSE pelatihan yang dihasilkan sebesar 0.0023407 dan MSE pengujian sebesar 0.052258 dengan akurasi model prediksi yang dihasilkan sebesar 42,044%.
- Berdasarkan proses pengujian jumlah kunjungan melalui udara, kunjungan terendah terjadi pada bulan juli tahun 2010 dengan jumlah kunjungan sebanyak 181282 kunjungan dan kunjungan tertinggi terjadi pada bulan juli tahun 2018 dengan jumlah kunjungan sebanyak 655782 kunjungan. Sedangkan jumlah kunjungan melalui jalur laut terendah terjadi pada bulan juli 2018 dengan jumlah kunjungan sebanyak 213 kunjungan dan kunjungan tertinggi terjadi pada bulan february 2018 dengan jumlah kunjungan sebanyak 8584 kunjungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. J. Lin and T. S. Lee, "Tourism Demand Forecasting: Econometric Model based on



- Multivariate Adaptive Regression Splines, Artificial Neural Network and Support Vector Regression,” *Adv. Manag. Appl. Econ.*, 2013.
- [2] S. Wardah and I. Iskandar, “Analisis Peramalan Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus (Studi Kasus : Home Industry Arwana Food Tembilahan),” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, 2017.
- [3] S. Herawati, “Peramalan Kunjungan Wisatawan Mancanegara Menggunakan Generalized Regression Neural Networks,” *J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron.*, 2016.
- [4] M. Agustin and T. Prahasto, “Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Jurusan Teknik Komputer Di Politeknik Negeri Sriwijaya,” *J. Sist. Inf. BISNIS*, 2012.
- [5] Badan Pusat Statistik, “Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara per Bulan ke Indonesia Menurut Pintu Masuk,” 2019. [Online]. Available: https://www.bps.go.id/dynamictable/2018/04/05_00:00:00/1296/jumlah-kunjungan-wisatawan-mancanegara-per-bulan-ke-indonesia-menurut-pintu-masuk-2017-2019.html. [Accessed: 24-Jan-2020].
- [6] M. D. Wuryandari and I. Afrianto, “Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah,” *Komputa*, 2012.
- [7] A. P. Hadi and E. Riksakomara, “Artificial Neural Malang Ann Method Implementation To Predict Rainfall in Case of Dengue Fever Anticipation in Malang District,” Institut Teknologi Surabaya, Surabaya, 2018.
- [8] S. Kuninti and S. Rooban, “Backpropagation Algorithm and its Hardware Implementations: A Review,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1804, no. 1, 2021.
- [9] J. Renteria-Cedano, J. Rivera, F. Sandoval-Ibarra, S. Ortega-Cisneros, and R. Loo-Yau, “Soc design based on a FPGA for a configurable neural network trained by means of an EKF,” *Electron.*, vol. 8, no. 7, pp. 1–19, 2019.
- [10] Nasri, “Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence),” *Artif. Intell.*, 2014.
- [11] G. Amaral *et al.*, *Time Series Analysis Forecasting and Control*, vol. 369, no. 1. 2013.
- [12] L. S. Lubis and A. Buono, “Pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Awal Musim Hujan Berdasarkan Suhu Permukaan Laut Artificial Neural Network Modeling To Predict The Beginning of Rainy Season Based On Sea Surface Temperature,” *J. ilmu Komput. Agri-inforatika*, vol. 1, pp. 52–61, 2012.
- [13] M. N. D. Sawitri, I. W. Sumarjaya, and N. K. T. Tastrawati, “Peramalan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network,” *E-Jurnal Mat.*, vol. 7, no. 3, pp. 264–270, Sep. 2018.
- [14] A. Sudarsono, “Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode,” *Media Infotama*, 2016.
- [15] T. W. Khusniyah and S. Sutikno, “Prediksi Nilai Tukar Petani Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation,” *Sci. J. Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 11–18, 2016.
- [16] D. Monika, A. Ahmad, S. Wardani, and Solikhun, “Model Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Ketersediaan Cabai Berdasarkan Provinsi,” *Teknika*, vol. 8, no. 1, pp. 17–24, 2019.
- [17] S. P. Sinaga, A. Wanto, and S. Solikhun, “Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Resilient Backpropagation dalam Memprediksi Angka Harapan Hidup Masyarakat

- Sumatera Utara,” *Infomedia*, vol. 4, no. 2, pp. 81–88, 2019.
- [18] S. Setti and A. Wanto, “Analysis of Backpropagation Algorithm in Predicting the Most Number of Internet Users in the World,” *J. Online Inform.*, vol. 3, no. 2, p. 110, 2019.