

PREDIKSI KUNJUNGAN WISATAWAN TORAJA UTARA MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGATION

Aryo Michael¹⁾, Melki Garonga²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja
Jl. Nusantara No. 12 Makale, Tana Toraja
Email korespondensi: aryomichael@ukitoraja.ac.id

ABSTRAK

Paper ini berisi tentang penerapan algoritma jaringan saraf tiruan backpropagation untuk memprediksi kunjungan wisatawan di Toraja Utara berdasarkan data kunjungan wisatawan sebelumnya. Data yang digunakan merupakan data dari kunjungan wisatawan tahun 2014-2018. Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan terdiri atas 3 (tiga) lapisan yaitu 1 lapisan masukan yang terdiri atas 12 neuron, 1 (satu) lapisan tersembunyi, dimana percobaan dilakukan dengan 6, 12, 18, 24 dan 36 neuron sedangkan pada lapisan keluaran terdapat 1 (satu) neuron yang menjadi target prediksi. Hasil pelatihan JST backpropagation menunjukkan arsitektur terbaik adalah yaitu 12 neuron pada lapisan masukan, 36 neuron pada lapisan tersembunyi, dan 1 neuron pada lapisan keluaran. Hasil pengujian model JST backpropagation menunjukkan bahwa prediksi cukup baik untuk melakukan prediksi kunjungan wisatawan dengan menghasilkan nilai mean square error (MSE) 0.364826512 atau persentasi akurasi sebesar 63,51%.

Kata Kunci: *Pariwisata, Prediksi, jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation*

1. PENDAHULUAN

Pariwisata memegang peranan penting dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat yang ada pada suatu daerah tertentu. Kunjungan wisatawan asing ke Indonesia berdampak pada peningkatan suatu devisa negara serta dapat meningkatkan perekonomian masyarakat di daerah wisata. Toraja Utara merupakan salah satu daerah tujuan wisata baik wisatawan lokal maupun mancanegara yang ada di Indonesia.

Toraja memiliki banyak ragam budaya dan objek wisata alam yang menarik perhatian wisatawan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Toraja Utara kurun waktu 2014-2018 jumlah wisatawan yang berkunjung ke Toraja Utara setiap tahunnya meningkat. Tingginya arus wisata ke Toraja Utara perlu diimbangi dengan sarana dan prasarana yang memadai. Peningkatan jumlah kunjungan wisatawan ke Toraja Utara jika tidak diimbangi dengan sarana dan prasarana yang memadai dapat menurunkan minat untuk kembali berkunjung, serta berdampak pula terhadap sektor perekonomian masyarakat. Untuk

pengambilan kebijakan kedepan dalam pengembangan pariwisata Toraja Utara, baik pemerintah maupun pengusaha memerlukan pengolahan data lanjutan dari data kunjungan wisatawan sebelumnya agar bisa mendapat nilai prediksi kunjungan wisatawan dimasa mendatang yang berguna dalam mengambil suatu kebijakan untuk kemajuan pariwisata di Toraja Utara.

Saat ini, peramalan untuk data runtut waktu (*time series*) menggunakan metode-metode statistik dan metode-metode kecerdasan buatan[1]. Metode-metode statistik seperti SARIMA, ARIMA, Simple Regression Analysis (SRA) Eksponial Smoothing [2][3][4], akan tetapi metode-metode statistik memiliki kelemahan yaitu data yang digunakan harus bersifat linear [5]. Untuk mengatasi kelemahan yang ada pada metode-metode statistik, banyak peneliti menerapkan algoritma kecerdasan buatan seperti jaringan syaraf tiruan untuk data runtut waktu (*time series*) dan juga bersifat non linear [6][7][8]. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan model non-linear yang kompleks, dibangun dari komponen yang secara individu

berperilaku mirip dengan model regresi[9].

Salah satu *algoritma* dalam JST yang banyak digunakan untuk memecahkan permasalahan adalah *backpropagation*. *Backpropagation* merupakan salah satu algoritma pada JST yang merupakan metode supervised learning atau pembelajaran terawasi dan juga merupakan suatu metode pembelajaran yang dikembangkan dari aturan perceptron [10]. *Backpropagation* biasa digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang rumit. Ada tiga tahap yang harus dilakukan dalam pelatihan jaringan, yaitu tahap perambatan maju (forward propagation), tahap perambatan balik (back propagation), dan tahap perubahan bobot dan bias[11]. Proses pembelajaran pada jaringan dilakukan secara berulang-ulang sehingga pola yang dikeluarkan oleh jaringan dapat memenuhi pola yang diinginkan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah sebagai pengambil kebijakan dalam pengembangan sektor pariwisata di Toraja Utara.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut :

2.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data kunjungan wisatawan 2014-2018, yang didapatkan dari situs resmi BPS Toraja (<https://torutkab.bps.go.id/>).

2.2. Preprocessing

Data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan *preprocessing* yaitu dengan melakukan proses normalisasi data. Normalisasi bertujuan untuk mempercepat proses pelatihan JST *backpropagation* tanpa mengurangi nilai sebenarnya serta untuk penyesuaian dengan fungsi aktivasi yang akan digunakan serta menyesuaikan dengan fungsi aktivasi yang akan digunakan dalam aksitektur jaringan yang akan dibuat. Data dinormalisasi menggunakan persamaan :

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

di mana:

X' = data hasil normalisasi

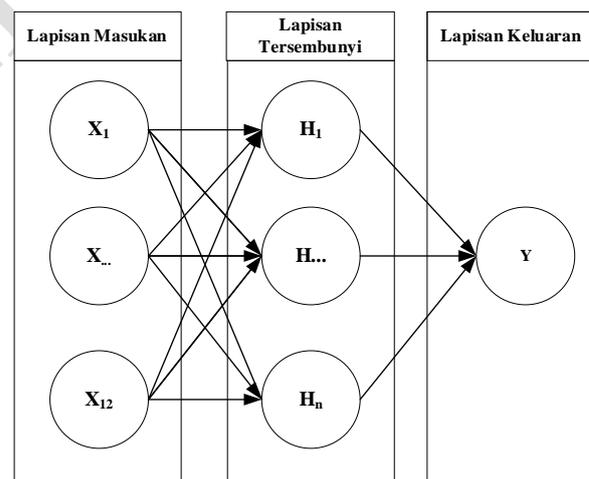
X = data awal

a = nilai maksimum data awal

b = nilai minimum data awal

2.3. Desain Model Arsitektur dan Parameter JST

Keberhasilan jaringan syarat tiruan melakukan identifikasi terdapat data bergantung dari beberapa parameter yaitu arsitektur jaringan, algoritma pelatihan dan pemilihan paramater kendali [13], maka kombinasi arsitektur, algoritma pelatihan dan parameter yang baik akan menghasilkan keluaran JST yang baik pula. Adapun arsitektur JST *backpropagation* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 12 neuron pada lapisan input, 1 lapisan tersembunyi yang akan dilakukan percobaan dengan 6, 12, 18, 24 dan 36 neuron sedangkan pada lapisan keluaran digunakan 1 neuron.



Gambar 1. Desain Arsitektur JST Prediksi Jumlah Wisatawan

Standar pelatihan pada algoritma *backpropagation* seringkali terlalu lambat dalam mencapai konvergensi pada saat pelatihan jaringan. Sehingga penerapan variasi dan kombinasi satu fungsi pelatihan dilakukan untuk mengoptimasi model standar pada *backpropagation*. Modifikasi dilakukan untuk

mempercepat konvergensi pada proses pelatihan, salah satunya dengan *additive momentum* dan *selfadaptive learning rate* yang terdapat pada algoritma pelatihan penurunan gradien (*gradient descent*) [9][10]. Untuk parameter yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada tabel 1

Tabel 1. Tabel Parameter training JST

Parameter	Value
Neuron Hidden Layer	6, 12, 18, 24, 36
Fungsi Aktivasi	<u>Sigmoid-Purelin</u>
Error Goal	0.001
Max Epoch :	10000
Momentum:	0.95
<i>Learning Rate</i>	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5
Algoritma Pelatihan	Trainidx (Mengkombinasikan pembelajaran adaptif learning rate dengan penambahan momentum.)

2.4. Pelatihan dan Pengujian Jaringan

Dataset latih yang telah dibuat sebelumnya akan dilakukan pelatihan jaringan berdasarkan arsitektur jaringan dan parameter yang pada tabel 5. Hasil nilai keluaran yang dihasilkan pada saat pelatihan jaringan akan ditransformasi kembali ke nilai normal menggunakan persamaan

$$X' = \frac{(X-0.1)*(a-b)}{0.8} + b \quad (2)$$

di mana:

X' = data hasil denormalisasi

X = data hasil latih

a = nilai maksimum data awal

b = nilai minimum data awal

Arsitektur JST *backpropagation* terbaik dan parameter kendali terbaik dalam pelatihan jaringan akan digunakan untuk melakukan pengujian terhadap dataset uji.

2.5. Evaluasi Kinerja JST

Salah satu cara untuk mengukur performansi dari kinerja jaringan adalah dengan melihat nilai rata-rata error terkecil (MSE).

Keluaran yang dihasilkan pada saat pelatihan dan pengujian oleh jaringan akan dibandingkan dengan nilai target. Untuk mendapatkan nilai MSE menggunakan persamaan

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^n (T_1 - Y_1)^2 \quad (3)$$

N adalah jumlah data pelatihan, T_i adalah target data ke- i , dan Y_i adalah output jaringan untuk data ke- i .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan kunjungan wisatawan Toraja Utara yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan tabulasi menggunakan aplikasi *microsoft excel*, seperti pada tabel 2

Tabel 2. Tabel Data Kunjungan Wisatawan Toraja Utara 2014-2018

Bulan	TAHUN				
	2014	2015	2016	2017	2018
JAN	10712	7333	8275	21507	22772
FEB	6049	5734	11904	13649	14084
MAR	6435	3315	13174	15518	14766
APR	7467	8894	5266	22502	18865
MEI	7327	10986	14070	19872	18583
JUN	12022	10661	10359	22086	23765
JUL	7108	7108	14402	49211	43309
AGTS	16152	16152	8934	28004	25972
SEP	7232	7232	21213	30642	30523
OKT	11545	14546	19934	12345	25931
NOV	8759	13914	12922	12507	23303
DES	11682	25162	24068	37723	48241

Pada Data yang telah ditabulasi kemudian dilakukan normalisasi menggunakan persamaan (1), lalu menentukan nilai tertinggi dan terendah berdasarkan data yang telah ditabulasi. Dalam penelitian fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi aktivasi *sigmoid biner* sehingga data harus dinormalisasi di interval 0 dan 1, akan tetapi lebih baik jika di normalisasi ke interval yang lebih kecil yaitu 0.1 – 0.9 karena fungsi aktivasi *sigmoid biner* merupakan fungsi asimtotik yang nilainya tidak akan mencapai 0 maupun 1 [12].

Adapun data hasil normalisasi disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Data Hasil Normalisasi

Bulan	Tahun				
	2014	2015	2016	2017	2018
JAN	0.2289	0.1700	0.1865	0.4171	0.4391
FEB	0.1477	0.1422	0.2497	0.2801	0.2877
MAR	0.1544	0.1000	0.2718	0.3127	0.2996
APR	0.1724	0.1972	0.1340	0.4344	0.3710
MEI	0.1699	0.2337	0.2875	0.3886	0.3661
JUN	0.2518	0.2280	0.2228	0.4272	0.4565
JUL	0.1661	0.1661	0.2933	0.9000	0.7971
AGTS	0.3238	0.3238	0.1979	0.5303	0.4949
SEP	0.1683	0.1683	0.4120	0.5763	0.5743
OKT	0.2435	0.2958	0.3897	0.2574	0.4942
NOV	0.1949	0.2847	0.2675	0.2602	0.4484
DES	0.2458	0.4808	0.4617	0.6998	0.8831

Data yang telah dinormalisasi, kemudian dibagi ke dalam 2 (dua) bagian untuk dijadikan sebagai dataset latih dan dataset uji yaitu data kunjungan wisatawan bulan januari 2014 – desember 2017 digunakan sebagai dataset latih sedangkan untuk dataset uji digunakan data kunjungan wisatawan mulai januari 2017 – desember 2018. Pembagian dataset dibuat ke dalam pola yang terdiri dari 12 *neuron* dan 1 *neuron* output atau secara spesifik untuk meramalkan kunjungan wisatawan bulan januari 2015 digunakan data januari 2014 - sampai desember 2015, sedangkan untuk meramalkan data desember 2015, sedangkan untuk meramalkan data bulan februari 2015 digunakan data bulan februari 2014 - sampai dengan januari 2015. Adapun pembagian dataset latih dan dataset uji seperti pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Dataset latih

Pola	Input Neuron					Ouput Neuron (Target)
	x1	x2	x3	xn...	x12	
Pola 1	0.2289	0.1477	0.1544	...	0.2458	0.1700
Pola 2	0.1477	0.1544	0.1724	...	0.1700	0.1422
Pola 3	0.1544	0.1724	0.1699	...	0.1422	0.1000
Pola 4	0.1724	0.1699	0.2518	...	0.1000	0.1972
Pola 5	0.1699	0.2518	0.1661	...	0.1972	0.2337
Pola 6	0.2518	0.1661	0.3238	...	0.2337	0.2280

Pola	x1	x2	x3	...	x12	Target
Pola 33	0.4120	0.3897	0.2675	...	0.5303	0.5763
Pola 34	0.3897	0.2675	0.4617	...	0.5763	0.2574
Pola 35	0.2675	0.4617	0.4171	...	0.2574	0.2602
Pola 36	0.4617	0.4171	0.2801	...	0.2602	0.6998

Tabel 5. Dataset Uji

Pola	Input Neuron					Ouput Neuron (Target)
	x1	x2	x3	xn...	x12	
Pola 1	0.4171	0.2801	0.3127	...	0.6998	0.4391
Pola 2	0.2801	0.3127	0.4344	...	0.4391	0.2877
Pola 3	0.3127	0.4344	0.3886	...	0.2877	0.2996
Pola 4	0.4344	0.3886	0.4272	...	0.2996	0.3710
Pola 5	0.3886	0.4272	0.9000	...	0.3710	0.3661
Pola 6	0.4272	0.9000	0.5303	...	0.3661	0.4565
Pola 7	0.9000	0.5303	0.5763	...	0.4565	0.7971
Pola 8	0.5303	0.5763	0.2574	...	0.7971	0.4949
Pola 9	0.5763	0.2574	0.2602	...	0.4949	0.5743
Pola 10	0.2574	0.2602	0.6998	...	0.5743	0.4942
Pola 11	0.2602	0.6998	0.4391	...	0.4942	0.4484
Pola 12	0.6998	0.4391	0.2877	...	0.4484	0.8831

3.3. Pelatihan Jaringan

Dataset latih yang telah disiapkan, kemudian dilakukan pelatihan jaringan ke semua arsitektur dan parameter kendali yang desain menggunakan bantuan *software matlab* 2016a. setiap masukan pada jaringan akan diberi bobot acak antara [0-1].

Adapun hasil pelatihan JST *backpropagation* disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pelatihan jaringan berdasarkan arsitektur

Arsitektur	Learning Rate	Training Best Validation performance		
		Epoch	MSE	Koefisein Korelasi
12 - 6 - 1	0.1	9996	0.0023502	0.95530
	0.2	10000	0.0024760	0.95284
	0.3	10000	0.0105470	0.77957
	0.4	10000	0.0020822	0.96050
	0.5	9999	0.0020462	0.96119
12 - 12 - 1	0.1	9997	0.0070226	0.85953
	0.2	10000	0.0014332	0.97299
	0.3	10000	0.0024538	0.95331
	0.4	10000	0.0015927	0.97002
	0.5	9995	0.0033181	0.93626
12 - 18 - 1	0.1	10000	0.0016477	0.96887
	0.2	9999	0.0014319	0.97301
	0.3	10000	0.0014187	0.97327
	0.4	9994	0.0011182	0.97899
	0.5	9997	0.0016237	0.96935
12- 24 - 1	0.1	9995	0.0011556	0.97827

	0.2	7108	0.0009995	0.98125
	0.3	6505	0.0009998	0.98134
	0.4	7391	0.0009994	0.98125
	0.5	8705	0.0009998	0.98141
	0.1	3112	0.0009998	0.98126
	0.2	3537	0.0009986	0.98152
12 - 36- 1	0.3	5395	0.0009999	0.98129
	0.4	4889	0.0009995	0.98126
	0.5	3366	0.0010000	0.98131

3.4. Pengujian Jaringan

Dari proses pelatihan yang telah dilakukan terhadap beberapa arsitektur JST backpropagation seperti pada tabel 6, terlihat bahwa model arsitektur jaringan yang terbaik adalah pada arsitektur 12-36-1 dengan nilai MSE sebesar 0.0009986 dan koefisien relasi sebesar 0.98152. Model arsitektur JST backpropagation yang memiliki nilai MSE terbaik kemudian diuji dengan dataset uji yang telah disiapkan. Adapun hasil pengujian arsitektur JST backpropagation seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian jaringan

Pola	Target Aktual	Target Prediksi	Error	Error ²
1	22772	-10316	-0.5767392	0.332628162
2	14084	119902	1.84448921	3.40214043
3	14766	27479	0.22159673	0.049105113
4	18865	40844	0.38310783	0.146771611
5	18583	8847	-0.1697059	0.028800078
6	23765	-2643	-0.4603085	0.211883946
7	43309	48054	0.08270955	0.00684087
8	25972	34979	0.15700145	0.024649457
9	30523	13958	-0.2887438	0.083372978
10	25931	14737	-0.1951165	0.038070465
11	23303	12108	-0.195141	0.038080015
12	48241	41081	-0.1247999	0.015575024
			Total	4.37791815
			MSE	0.364826512
			Akurasi (100 % - MSE)	63,51%

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap dataset uji dihasilkan nilai MSE sebesar 0.364826512 atau akurasi jaringan dalam memprediksi adalah sebesar 63,51%. Hal ini memperlihatkan bahwa jaringan syaraf tiruan cukup baik dalam melakukan prediksi data kunjungan wisatawan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian JST dapat disimpulkan bahwa algoritma backpropagation dapat digunakan sebagai metode prediksi berdasarkan pada data sebelum kejadian. Pada Pada kasus penelitian ini didapatkan algoritma pelatihan arsitektur 12-36-1 Hasil pengujian Model Jaringan Saraf Tiruan terhadap data uji memperlihatkan hasil MSE sebesar 0.364826512 atau akurasi jaringan dalam memprediksi adalah sebesar 63,51%. Penggunaan data latih dalam jumlah banyak akan makin baik dalam proses pelatihan JST. Makin banyak pola yang digunakan dalam pelatihan akan membuat JST makin mudah dalam mengingat pola input dan target.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Deb, F. Zhang, J. Yang, S. E. Lee, and K. W. Shah, "A review on time series forecasting techniques for building energy consumption," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 74, no. February, pp. 902–924, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2017.02.085.
- [2] C. Liu, S. C. H. Hoi, P. Zhao, and J. Sun, "Online ARIMA algorithms for time series prediction," *30th AAAI Conf. Artif. Intell. AAAI 2016*, pp. 1867–1873, 2016.
- [3] T. Baldigara and M. Mamula, "Modelling international tourism demand using seasonal arima models," *Tour. Hosp. Manag.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–31, 2015.
- [4] Y. Ibrahim, Nanthakumar, and Loganathan, "Forecasting International Tourism Demand in Malaysia Using Box Jenkins Sarima Application," *South Asian J. Tour. Herit.*, vol. 3, no. 2, pp. 50–60, 2010.
- [5] Havaluddin and R. Alfred, "Forecasting Network Activities Using ARIMA Method," *J. Adv. Comput. Networks*, vol. 2, no. 3, pp. 173–177, 2014, doi: 10.7763/jacn.2014.v2.106.
- [6] O. Claveria and S. Torra, "Forecasting tourism demand to Catalonia: Neural networks vs. time series models," *Econ. Model.*, vol. 36, no. January, pp. 220–228, 2014, doi: 10.1016/j.econmod.2013.09.024.
- [7] G. Stalidis, D. Karapistolis, and A. Vafeiadis, "Marketing Decision Support Using Artificial Intelligence and Knowledge

- Modeling: Application to Tourist Destination Management,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 175, pp. 106–113, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1180.
- [8] K. Abhishek, A. Kumar, R. Ranjan, and S. Kumar, “A rainfall prediction model using artificial neural network,” *Proc. - 2012 IEEE Control Syst. Grad. Res. Colloquium, ICSGRC 2012*, no. Icsgrc, pp. 82–87, 2012, doi: 10.1109/ICSGRC.2012.6287140.
- [9] Rudy Ansari, “Prediksi Kelulusan Mahasiswa Dengan Jaringan Syaraf Tiruan,” *J. Teknol. Inf. Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 1, no. 1, pp. 18–23, 2016, doi: 10.20527/jtiulm.v1i1.4.
- [10] G. Guntoro, L. Costaner, and L. Lisnawita, “Prediksi Jumlah Kendaraan di Provinsi Riau Menggunakan Metode Backpropagation,” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 14, no. 1, p. 50, 2019, doi: 10.30872/jim.v14i1.1745.
- [11] A. Sudarsono, “Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Metode Backpropagation (Studi Kasus Di Kota Bengkulu),” *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 61–69, 2016.
- [12] N. M. Sukarno, P. W. Wirawan, and S. Adhy, “Perancangan Dan Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Mendiagnosa Penyakit Kulit,” *J. Masy. Inform.*, vol. 5, no. 10, pp. 9–18, 2015, doi: 10.14710/jmasif.5.10.9-18.
- [13] M. Peramalan, J. Saraf, T. Menggunakan, and A. Backpropagatin, “Metode Peramalan Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagatin (Studi Kasus Peramalan Curah Hujan Kota Palembang),” *J. MIPA*, vol. 40, no. 2, pp. 87–91, 2017.